

Digitized by Google

Phys. sp. 408-1



Digitized by Google

<36626046290018

<36626046290018

Bayer. Staatsbibliothek

J. W. Ritter.

Digitized by Google

Phys. Sp. 408.

Digitized by Google

# Neue Ideen

über die

# Meteorologie

von

J. A. de Lüc.

---

Erster Theil.

---

Mit Kupfern.

Berlin und Leipzig,
bey Carl August Nicolai, Sohn.
1797.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

# Inhalt.

---

Ver-

## Veranlassung zu diesem Werke.

Ich habe seit langer Zeit meine physikalischen Freunde benachrichtiget, daß ich an einer Fortsetzung meines ersten Werks über die Modifikationen der Atmosphäre arbeitete, und ich hatte spätestens diesen Winter zur Herausgabe derselben bestimmt: indessen sehe ich mich genöthiget, sie noch zu verschieben.

Um das Verlangen einiger Physiker, mit denen ich mich über meine neuen Untersuchungen der Meteorologie unterhalten hatte, zu befriedigen, wurde dies Werk zu Paris 1781. angefangen; und ich würde sogleich bey meiner Zurückkunft nach London 1782. an der Herausgabe gearbeitet haben, wenn ich nicht so glücklich gewesen wäre, zu Paris mit Hr. Volta persönlich bekannt zu werden, und von ihm seine schöne Theorie über den Einfluß der Elektricität zu erlernen. Er hat sie hernach in einer Abhandlung der Königlichen Societät zu London überreicht, und sie ist in den philosophischen Transactionen vom Jahre 1782. abgedruckt.

Diese Theorie erweckte meine ganze Aufmerksamkeit auf die elektrischen Erscheinungen, mit denen ich mich seit vielen Jahren nicht mehr beschäfftiget hatte, weil

ich darin noch immer Dunkelheiten fand, die mir, alle darüber gegebene Erklärungen nicht zu heben schienen. Da ich sie aber aufs neue nach dem, von Hr. Volta entdeckten Gesetze, betrachtete, so glaubte ich hier eine gewisse Analogie mit den Phänomenen der Wasserdämpfe wahr zu nehmen, und dies erneuerte meinen ganzen Eifer, für diesen so wichtigen Zweig der Naturlehre. Wie Hr. Volta 1782. selbst nach London kam, so versahe ich mich, unter seiner Aufsicht, mit dem nöthigsten Apparat, um diese Theorie, welche mir so vieles Licht über die elektrischen Erscheinungen zu verbreiten schien, zu begründen.

Da ich mich diesen Versuchen überließ, sahe ich die Arbeit, worein sie mich verwickelten, nicht voraus. Ich hatte zwar meine ganze Muße von dem Sommer 1782. an, bis zum Frühling 1783. darauf verwandt, aber noch nicht einmal den vorzüglichsten Apparat, zu dem Grade von Vollkommenheit gebracht, dessen ich ihn fähig hielt. Inzwischen war ich auf verschiedene neue Gattungen von Versuchen gerathen, die sich bey der Wärme nicht fortsetzen ließen, weil die Luft im Sommer nie so sehr von Wasserdünsten frey ist, als zuweilen im Winter. Ich mußte also meine Versuche abbrechen, und gieng wieder an mein Werk, über die Meteorologie. Dieses schrieb ich von neuem in Form von Briefen an Hr. de la Place, weil ich mich vorzüglich mit diesem Gelehrten zu Paris, über die darin enthaltenen Gegenstände, unterredet hatte.

Wie

Wie ich nun meinem Werke diese neue Form im Sommer 1783. gegeben hatte: so fieng ich an, es im Oktober in Ordnung zu bringen, und an Hr. de la Place zum Drucke zu überschicken. Da aber die Kälte die Luft wieder trocken machte, so setzte ich meine elektrischen Versuche fort, und seitdem, bis zum Anfang des vorigen Sommers, hatte ich sie mehrmalen abgebrochen, und wieder angefangen; entschloß mich aber nun, sie nicht mehr liegen zu lassen.

In den Plan dieses Werks hatte ich die praktische Hygrometrie nicht ausführlich aufgenommen, weil ich mir noch verschiedene Aussichten zu ihrer Vervollkommung machte, und ich wollte mich sogar nicht eher damit beschäfftigen, bis ich das, was ihre Theorie betraf, bekannt gemacht hätte, um sie sodann um so mehr zu beschleunigen. Meinem Vorsatz gemäß, wollte ich nicht einmal ein Hygrometer des Hr. von Saussüre, das mir Hr. Marc Pictet am Ende des vorigen Jahres zugeschickt hatte, aus seinem Futteral heraus nehmen, da ich zum voraus wußte, daß es mich in viele Arbeit verwickeln würde. Inzwischen hatte ich im Anfange des vergangenen Herbstes nur noch, was mir von meinem Werke wegzuschicken übrig war, in Ordnung zu bringen, und ich glaubte doch wenigstens dies Hygrometer neben die meinigen stellen zu können. Ich nahm es also heraus und beobachtete es, ohne weitere Absicht, als nur um seinen Gang zu bemerken. Da ich hier aber bald Charaktere fand, die ich vermuthet hatte, so wurde ich

bewogen, sie durch einige vergleichende Versuche mit den meinigen, zu bestimmen. Zu dieser Vergleichung mußte ich einen, mir längst entworfenen Plan, meinen Hygrometern mehr Empfindlichkeit zu geben, ausführen. Ich hielt dies für eine geringe Arbeit, und fieng sie an; indeß betrog ich mich dabey sehr, und konnte auch den Entwürfen zu den neuen Versuchen, welche mir einfielen, nicht mehr widerstehen. Ich ließ mich also allmählig von diesen Versuchen fortreissen, verlor mein Werk aus den Augen, und sehe noch nicht, wenn ich es wieder vornehmen werde: denn ich muß noch die günstige Zeit zur Fortsetzung meiner elektrischen Versuche benutzen.

Inzwischen gereuete es mich die Herausgabe aufgeschoben zu haben, weil die Gründe, welche mich zu deren Uebernehmung 1781. bewogen, jetzt noch vermehrt waren. Ich wünschte also einige Sätze der Meteorologie, die mir für den gegenwärtigen Zustand der Physik wichtig schienen, fest zu setzen und bekannt zu machen. Die ersten Keime der Grundsätze, aus denen diese Sätze fließen, finden sich schon in meinen Untersuchungen über die Modifikationen der Atmosphäre; und ich habe mich immer über ihre Enthüllung mit den aufmerksamen Physikern, die ich besuchte, oder mit denen ich im Briefwechsel stand, unterhalten. Die Aufmerksamkeit wird aber nur dann erst recht fixirt, wenn sie ein gewisses Ganze von Thatsachen und Ideen auf einmal umfassen kann: auch entsprachen meinem Zwecke, mein System die Probe so vieler Thatsachen, die man täglich entdeckt,

und

Digitized by Google

und so vieler Ideen, die man überall entwirft, aushalten zu lassen, diese partikulären Mittheilungen nicht so ganz.

Ich entschloß mich daher sogleich, die vorzüglichsten Resultate meiner neuen Beobachtungen und Versuche über die Meteorologie bekannt zu machen. Dieses suche ich durch gegenwärtiges Werk auszuführen, welches also nicht nur den Inhalt des andern Werkes, sondern auch meine elektrischen Versuche, und meine neuen Untersuchungen über die praktische Hygrometrie, begreifen wird.

Windsor, im Februar 1786.

---



Digitized by Google

# Ideen über die Meteorologie.

## Vorläufige Definitionen und Säße.

Seit meinen ersten Schritten, die ich in der Laufbahn der Physik gemacht habe, fast seit 40 Jahren, waren, der vorzüglichste Gegenstand meiner Aufmerksamkeit, die sogenannten elastischen Flüssigkeiten. Meine ersten Versuche betrafen das Feuer, die elektrische Materie, die Luft und die Wasserdämpfe. Mein fortgesetzter Eifer in Untersuchung dieser Flüssigkeiten wurde besonders durch ein System meines vorzüglichen Freundes, Hr. Le Sage, über die vornehmsten mechanischen wirkenden Kräfte der physischen Phänomene, angereizt. In diesem System setzt er die Natur dieser Flüssigkeiten, und die mechanischen Ursachen ihrer vorzüglichsten Phänomene auf eine solche Art aus einander, daß er dadurch meine Aufmerksamkeit fesselte, und mich sogleich in allen meinen Untersuchungen leitete; wo ich es immer um so mehr durch die Phänomene unterstützt fand, je mehr ich dieselben ergründete. Mein Freund erlaubte mir zwar, einen Abriß von diesem System in meinem Werke, für welches es zur nothwendigen Einleitung dient, zu geben; ich werde hier aber dieser Unterstützung nicht genießen können, denn es wäre mir unmöglich, einen Auszug aus einem schon sehr kurzen Auszuge eines großen Werks zu machen, woran Hr. Le Sage schon sehr lange arbeitet, dessen Herausgabe aber bisher zum Unglücke durch seine Gesundheitsumstände verhindert worden. Indessen

sen muß ich die Bedeutung einiger Ausdrücke, die ich bey Behandlung der elastischen Flüssigkeiten gebrauchen werde, anzeigen; und einige Sätze, von denen ich ausgehen werde, bekannt machen, nicht als ob sie für mein besonderes System nothwendig wären, sondern weil sie, meine zu gebrauchende Sprache, rechtfertigen.

1. Ich werde ausdehnbare Flüssigkeiten diejenigen Substanzen nennen, welche gewöhnlich elastische heißen. Ich gebrauche diesen veränderten Ausdruck, weil ich diese Flüssigkeiten, iederzeit als aus diskreten Theilchen zusammengesetzt, ansehen werde, welche fähig sind, sich in jedem freyen Raum auszudehnen, wenn sie nicht merklich irgend einer andern Ursache, als ihrer Ausdehnbarkeit gehorchen.

2. Ich werde statt wechselsweiser Zurückstoßung dieser Theilchen, welche einige Physiker, die sie gleichfalls als diskret ansehen, für die Ursache ihrer Ausdehnbarkeit halten, die Ausdrücke erhaltene oder erneuerte Bewegung bey diesen Theilchen, gebrauchen: erhaltene, wenn sie nichts aufhält; erneuerte, wenn sie dieselbe, es sey durch Stöße, oder indem sie in die Zusammensetzung andrer Substanzen eingehen, verloren haben.

3. Dieser Ursache der Ausdehnbarkeit gemäß, setze ich das Licht unter die ausdehnbaren Flüssigkeiten, weil es völlig dieser Definition entspricht; indem seine Theilchen diskret sind, und ihre Zerstreuung in jedem freyen Raume, von ihrer Bewegung herrührt.

4. Endlich werde ich Gelegenheit haben, den Begriff von Bewegungen verschiedener Gattungen anzugeben, indem ich von den Theilchen der verschiedenen ausdehnbaren Flüssigkeiten rede. Ich werde darun-



Digitized by Google

ter verstehen, daß ihre progressive Bewegung nach den Wegen, die von der graden Linie auf verschiedene Art abweichen, geschieht: diese Unterschiede werden einen wesentlichen Theil von den unterscheidenden Kennzeichen der verschiedenen Flüssigkeiten, ausmachen. Diesem will ich nur noch zusetzen, daß dieses nicht einfache hypothetische Gesetze sind; denn ich werde theils ihren Grund in den Phänomenen, wenn ich in deren genauere Entwicklung eingehe, darthun, und theils findet jede von diesen verschiedenen Bewegungen, ihre mechanischen Ursachen in dem System des Hr. Le Sage.

---

Erste

Digitized by Google

# Erste Abtheilung.

## Von der Ausdünstung des Wassers und ihren ersten Folgen.

## Erstes Kapitel.

### Von der Ursache der Ausdünstung und der wässerigten Dünste.

§. 1.

Das System in Absicht der Ausdünstung, wobey die Physiker sich seit einiger Zeit beruhiget zu haben scheinen, ist: daß dieses Phänomen eine wahre, mittelbare oder unmittelbare Auflösung des Wassers durch die Luft sey. Ich habe diese Meinung nie angenommen, weil sie mir den Thatsachen zu widersprechen schien, ohngeachtet der schönen Analogien, worauf man sie gegründet hat. Die Untersuchung dieser Hypothese nimmt einen ziemlichen Raum in meinem Werke ein, da ich es für wesentlich gehalten habe, sie in allen ihren Anwendungen zu verfolgen. Ich werde hier von diesem Theile keinen Auszug geben, weil es für meinen gegenwärtigen Gegenstand ohne Nutzen wäre, indem ich ein andres System darstellen will, welches ich schon in mei-



Digitized by Google

nen Untersuchungen über die Modifikationen der Atmosphäre, aber noch nicht hinlänglich genug, um die Vorurtheile zu überwinden, angeführt habe.

§. 2.

Die Ausdünstung ist, nach meinem System, die Wirkung einer besondern Verbindung des Feuers mit dem Wasser; das Produkt derselben ist eine besondre ausdehnbare Flüssigkeit, welche zu einer eignen Klasse dieser Flüssigkeiten, die ich Dünste (Vapeurs) nennen will, gehört. Hier nehme ich aber dies Wort, in einem besondern Sinne, den ich in der Folge erklären will; jetzt will ich nur so viel sagen, daß ich, wegen dieser besondern Bedeutung des Wortes, Dunst, als einer Klasse der ausdehnbaren Flüssigkeiten, das erste Produkt der Ausdünstung des Wassers, beständig, wässerigten Dunst nennen werde.

§. 3.

Diese besondre Verbindung des Feuers mit dem Wasser, worin die Ausdünstung besteht, geschieht beständig auf einer gewissen innern oder äußern Oberfläche des Wassers. Unter innerer Oberfläche verstehe ich die Seiten jeder Trennung der Stetigkeit, es sey in dem Wasser, durch Luftblasen oder Dünste; oder zwischen dem Wasser und dem Gefäße, durch eine Luftschicht, oder durch ein Uebermaaß an Feuer.

§. 4.

Die Feuertheilchen, welche ohne Aufhören bey der fixesten Temperatur in Bewegung sind, durchdringen und erfüllen zugleich alle Körper. Diejenigen Theilchen, welche aus den Flüssigkeiten durch eine freye Oberfläche entweichen, reißen alsdenn leicht einige Theile ab, ver=

Digitized by Google

verbinden sich damit, und nehmen sie in ihrer Bewegung mit fort, indem sie zugleich selbst Modifikationen, die ich anführen werde, erleiden.

§. 5.

Die Wasserdünste, welche aus dieser Verbindung der Feuertheilchen mit dem Wasser entspringen, besitzen alle mechanischen Eigenschaften der luftförmigen Flüssigkeiten, und äußern sie völlig unabhängig von den letztern. Sie sind, wie jene, ausdehnbar, und widerstehen dem Zusammendrücken, und sie üben diese Fähigkeiten mit jenen, vermischt oder allein, in gewissen Gränzen aus, die ich bestimmen werde.

§. 6.

Ich verstehe unter Wasserdunst, das unmittelbare Produkt der Ausdünstung, nämlich ein durchsichtiges ausdehnbares Fluidum; was man auch unter dem Namen der Dämpfe des siedenden Wassers, in der Aeolipila und den Dampf-Maschinen kennt. Ich rede hier also nicht von dem, was ich in meinem ersten Werke sichtbare Dämpfe nannte, diese heiße ich gegenwärtig Nebel, welche keine ausdehnbare Flüssigkeit, und nur eine Art von Zersetzung der Wasserdünste sind.

§. 7.

Die specifische Schwere dieser Dünste ist um die Hälfte geringer, als die der gemeinen Luft, d. h. wenn sie allein, oder mit der Luft vermischt, eine gewisse ausdehnende Kraft äußern, so ist ihre Masse um die Hälfte geringer, als die eines gleichen Volumens der Luft, welche, unter denselben Umständen, dieselbe ausdehnende Kraft zeigen würde.

§. 8.

Digitized by Google

## §. 8.

Die Dichtigkeit, welche diese Dünste erlangen können, d. h. den Grad der Annäherung, den ihre Theilchen, ohne sich zu zerstören, erreichen können, hat ein Größtes, das bey derselben Temperatur bestimmt ist, sich aber mit derselben sehr verändert, und bey einer heißern Temperatur viel größer ist. Jenseits diesem Größten in der Dichtigkeit, oder dem Kleinsten in der Entfernung der Theilchen, zersetzen sie sich zum Theil, bis sie in diese Gränzen wieder zurück gegangen sind.

## §. 9.

Die Ursache dieser besondern Zersetzung der Wasserdünste liegt in der Neigung der Wassertheilchen, sich mit einander zu verbinden, wenn sie sich auf eine gewisse Entfernung genähert haben. Diese wechselseitige Neigung der Theilchen, ist allen Flüssigkeiten eigen; und sie macht nebst ~~einigem~~ Zusammenhang der Theilchen in der Berührung das Flüssigseyn (Liquidité) aus. Sie zeigt sich auf eine merkwürdige Weise an dem Wasser, durch die Phänomene desselben beym Thermometer, welche ich in meinen Untersuchungen über die Modifikationen der Atmosphäre beschrieben habe: so wie auch durch Vergleichung des Ganges der Wasser und Quecksilberthermometer. Man sieht bey dem Wasserthermometer, daß das Feuer große Mühe habe, seine Theilchen von einander zu entfernen, wenn es im Begriff ist, zu gefrieren, d. h. wenn die Theilchen einander sehr nahe sind; wenn es sie aber schon von einer größern Menge getrennt hat, es weit weniger Widerstand finde, sie noch mehr zu zerstreuen: dieses ist ein distinctives Merkmal des ~~Bestrebens nach Entfernung.~~ Man sieht auch, durch Vergleichung des Ganges dieses Thermome-

mometers, und des mit saturirtem Kochsalzwasser gefüllten, daß, wenn die Wassertheilchen durch ihre Verbindung mit einer andern Substanz mehr getrennt sind, die auf einander folgenden gleiche Mengen von Feuer Ausdehnungen hervor bringen, welche sich der Gleichheit eher nähern, als wenn das Wasser rein ist; und so ist auch der Gang des Bestrebens nach Entfernung, wenn die Entfernung zugenommen hat. Ein deutliches Beyspiel der Wiedervereinigung der Wassertheilchen, (ohngeachtet des Widerstandes der Substanzen, mit denen sie durch Verwandschaft verbunden sind) wenn sie einander hinreichend nahe sind, ist das Gefrieren des Wassers, welches etwas Salz aufgelöset hat. Sein Gefrieren wird durch die größre absolute Entfernung seiner Theilchen verzögert; es findet aber endlich Statt, wenn sie durch die Erkaltung einander so nahe gekommen sind, daß ihr wechselseitiger Hang ihre Verwandschaft mit dem Salze übertrifft. Bey dem mit Kochsalz saturirten Wasser, ist diese Verzögerung des Gefrierens etwa 17° meines Thermometers, und dies ist auch der Grad der Kälte, den man hervorbringen kann, wenn man dieses Salz, mit gehöriger Vorsicht und Verhältniß mit Schnee vermischt. Ihre Vermischung bildet sogleich eine Flüssigkeit, da genug Feuer zugegen ist, um die Wassertheilchen in hinreichender Entfernung zu halten, und sobald sie in dieser Entfernung sind, entsteht durch Verwandschaft der Feuertheilchen mit dem Eise, eine Verbindung, woraus zu gleicher Zeit das Flüssigwerden und Gefrieren folgt; wie ich künftig zeigen werde, wenn ich von Verwandlung fester Körper in flüssige durch die bloße Wirkung des Feuers, handle.

§. 10.

## §. 10.

Durch diesen gegenseitigen Hang der Wassertheilchen, der sich in den angeführten Phänomenen zeigt, zersetzen sich die Theilchen der wässerigten Dünste, wenn sie in einen solchen Abstand kommen, daß die Theilchen des Wassers mehr Neigung haben, sich zu vereinigen, als mit den Feuertheilen verbunden zu bleiben: und hieraus entspringt ein deutlich festgesetztes Größtes, in der Dichtigkeit dieser Dünste bey derselben Temperatur; so wie auch die Veränderung dieses Größten mit der Temperatur, wie ich es eben erklärt habe.

## §. 11.

Die wässerigten Dünste sind nur in Rücksicht ihres Ganzen, aber keinesweges in Betracht ihrer Theilchen in einem beständigen Zustande; denn diese verändern sich immer. Diejenigen, welche in eine solche Lage und sich so nahe kommen, daß ihre Wassertheilchen sich verbinden können, zersetzen sich, und das Wasser wird auf einen Augenblick frey; aber bald, indem es sich in einem größern Raume befindet, verwandeln es neue Feuertheilchen wiederum in Dünste. Ein beständiger Zustand dieser Dünste, ist also nur der, wo die Zersetzungen und Wiederzusammensetzungen einander merklich in derselben Masse aufheben; und ein bestimmter Grad der Dichtigkeit bey einer gegebenen Temperatur, drücket ein Kleinstes der mitlern Entfernung aus, wobey dieses Aufheben Statt findet. Da aber diese neuen Zusammensetzungen durch mehreres Feuer in dem Raume begünstigt werden; so wird bey einer wärmern Temperatur diese mitlere Distanz kleiner, oder das Größte in der Dichtigkeit größer.

§. 12.

## §. 12.

Dieses Größte bey den wässerigten Dünsten ist in jedem Luft vollen oder leeren Raume dasselbe, wie die Erfahrung zeigt. Hieraus sieht man, daß das Kleinste in der Entfernung ihrer Theilchen, welches das Größte ihrer Dichtigkeit bestimmt, nur sie selbst betrifft, unabhängig von den luftförmigen Flüssigkeiten, womit sie verbunden sind. Dieses Größte, und seine Veränderungen nach der Temperatur, lassen sich schwer genau angeben: weil in verschlossenen Gefäßen, worin man diese Versuche unmittelbar anstellen kann, eine Menge bekannter und unbekannter Ursachen, die Resultate abändern können, wie man in der Folge sehen wird. Wenigstens kann man sich aber davon eine ungefähre Idee machen, und zwar auf folgende Art: Bey einer temperirten Wärme, und 28 Par. Zoll Barometer Höhe, machen die wässerigten Dünste bey ihrem Größten zwischen $\frac{1}{50}$ und $\frac{1}{60}$ der ausdehnenden Kraft eines gewissen Volumens der Luft aus, und weniger als $\frac{1}{120}$ ihrer Masse; und wenn sie sich in einem luftleeren Raume bilden; so äußern sie denselben Druck auf Manometer.

## §. 13.

Da die wässerigten Dünste zu demselben Grad der ausdehnenden Kraft im leeren Raum und in der Luft steigen; so folgt daraus, daß sie keinen beständigen aliquoten Theil von der letztern ausmachen, obgleich immer bey ihrem Größten: dieser Theil, nimmt in verdünnter Luft zu, weil ihre Quantität dieselbe bleibt, ob sich gleich die Luft vermindert.

## §. 14.

Die wässerigten Dünste allein, können nicht in einem Raume aushalten, sobald sie darin einen anhal-

tenden

Digitized by Google

tenden Druck leiden, welcher den Grad der **ausdehnenden Kraft**, die sie nach ihrem, auf die wirkliche Temperatur sich beziehenden **Größten** ausüben, übertrifft; denn so wenig auch ein solcher Druck diesen Grad übersteigt, so bringt er dennoch die Theilchen über das Kleinste in ihrer Entfernung, einander nahe. Es zersetzt sich also eine gewisse Menge; und wenn die **Wärme** und der **Druck** in demselben Grad fortdauern, so erneuert sich dieselbe Ursache der Zersetzung, und hieraus entspringt eine gänzliche Zersetzung der **Dünste**. Wenn man aber mit ihnen eine gewisse Menge **Luft** vermischt, welche im Stande ist, dieses Uebermaaß an **Druck** auszuhalten; so mag dieser noch so groß seyn, so werden die **Dünste** nicht zerstört; weil ihre Theilchen nicht mehr über ihr **Kleinstes** hinaus, einander nahe gebracht werden. Auf diese Art erhalten sich die wässerigten Dünste, in der freyen **Luft**, unter dem **Druck** der Atmosphäre; denn da die Luft, womit sie vermischt sind, den größern Theil dieses Drucks aushält, so werden ihre Theilchen, die sich in der **kleinsten**, nach der Temperatur sich richtenden Entfernung befinden, diese zu überschreiten nicht gezwungen.

## §. 15.

In dem Verhältniß wie die **Wärme** zunimmt, wird die **kleinste** mittlere Entfernung, der Theilchen der **Wasserdünste**, eine kleinere Größe; sie können dichter werden, und folglich erfodern sie nicht mehr eine so große Beymischung von Luft, um unter dem Druck der Atmosphäre auszuhalten: so daß endlich, wenn die **Hitze** bis zu dem Grade der Wärme des kochenden Wassers an dem Orte gekommen ist, die **Dünste** den Druck der Atmosphäre, wie er auch wirklich beschaffen seyn mag, ohne Vermischung mit der **Luft** aushalten.

§. 16.

Digitized by Google

§. 16.

Dies ist der einzige Umstand, welcher die Dämpfe des siedenden Wassers, von den gleichartigen Dünsten in jedem andern Zustande unterscheidet; wenn sie sich nämlich bilden: so sind sie immer im Stande, jeden Druck, den das siedende Wasser leidet, zu ertragen; welches von der Natur des Siedens selbst herrührt. Eine Flüssigkeit kocht unter jedem Druck nur alsdann erst, wenn die in dem Gefäße in Berührung des Feuers hervorgebrachten Dämpfe, einen solchen Grad der Dichtigkeit erlangen, daß sie die, mit einem Druck belastete Flüssigkeit, in die Höhe heben können, und wenn zugleich die Flüssigkeit einen solchen Grad der Wärme hat, daß diese Dämpfe, ohne zerstört zu werden, durch sie gehen können. So lange sie also den Grad der Wärme behalten, vermöge dem sie sich ohngeachtet des Drucks bilden konnten, so lange bleiben sie im Stande ihn zu ertragen. Dieses widerfährt ihnen zum Beyspiel in der Dampfmaschiene, sobald der Cylinder der sie aufnimmt, den Grad der Hitze des kochenden Wassers angenommen hat; sobald sie aber in einen kälteren Raum kommen, zersetzen sie sich zum Theil, und es erhält sich nur soviel, als bey dem Größten in dieser neuen Temperatur geschehen kann. Diese Zersetzung bildet den, über dem in freyer Luft kochenden Wasser, schwimmenden Nebel; welcher hernach eine neue Verdünstung erleidet, deren nun ausdehnbares Produkt sich in die benachbarten Gegenden zerstreuet.

§. 17.

Obgleich das Wasser immer denselben Grad der Hitze hat, wenn es unter demselben Drucke kocht; so kann es dennoch dabey mehr Hitze annehmen, als es im Kochen beybehalten wird. Dies ereignet sich mit ihm

in einem Gefäße mit einer engen Oeffnung, wo man es so sehr von der Luft gereiniget hat, daß die Stetigkeit weder in seiner Masse, noch mit dem Gefäße merklich unterbrochen wird; weil es alsdann zwar, an der obern Fläche seiner Säule keinen andern Druck, als den der Atmosphäre leidet, seine Theilchen aber, bey der Trennung mehr Widerstand äußern, und die Dämpfe mehr Stärke gewinnen müssen, um eine erste Trennung zu bewirken. Alsdann kann das Wasser ohne zu kochen viele Hitze annehmen. Ich habe in meiner Untersuchung über die Modifikation der Atmosphäre ein Beyspiel erzählt, wo ich diesen Ueberschuß an Hitze zu 9 $\frac{4}{7}$ meiner Grade, etwa 22° Fahrenh. über den Kochpunkt brachte, und ich würde ihn vermuthlich noch weiter getrieben haben, wenn ich dies Wasser hätte zusammen halten können. Sobald sich aber die Dämpfe hier bilden konnten, wor ihre ausdehnende Kraft so groß, daß sie sich mit einer Explosion zeigten, so daß ein ziemlich großer Theil des Wassers aus dem Gefäße gerissen, und der Ueberrest sogleich zu der Hitze des Siedepunkts gebracht wurde.

## §. 18.

Die Beständigkeit der Hitze des kochenden Wassers, ist also eine unmittelbare Folge aus den Grundsätzen, die ich hierüber in Betracht des Größten bey den Wasserdämpfen nach der Temperatur angegeben habe. Es können sich in dem Innern des Wassers keine Dämpfe bilden, außer wenn sie genug ausdehnende Kraft besitzen, um sich hier auszubreiten: sie erlangen aber diese Kraft nur dann, wenn die Hitze des Wassers zu einem gewissen Grade gekommen ist; sobald sie dieselbe erreicht haben, breiten sie sich aus, und entweichen. Alsdann kocht das Wasser, d. h. es wird von den Dämpfen, die

sich

Digitized by Google

sich in ihm bilden, aufgehoben und bewegt; und ein stärkeres angebrachtes Feuer, hat keine weitere Wirkung als die Ausdünstung noch heftiger zu machen.

§. 19.

Hieraus erklärt sich das besondre Phänomen, welches Hr. Cavendish beobachtete, und zur Bestimmung des Wärmepunkts des kochenden Wassers am Thermometer anwandte, daß nämlich „die Temperatur des Dampfes der aus dem siedenden Wasser aufsteigt, in einem Gefäße, durch welches dieser Dampf nicht ohne sich zu zersetzen, streicht, beständiger sey, als der des Wassers selbst." In der That findet man am Thermometer, wenn man es in das Wasser taucht, kleine Schwingungen, welche daher rühren, daß die Dämpfe nicht augenblicklich das Feuer, welches beständig in das Wasser dringt, wegnehmen. Man findet dergleichen Schwingungen nicht, wenn das Thermometer blos mit Dämpfen umgeben ist, denn diese entstehen und entweichen, sobald die Hitze hinreichend ist, um sie zu bilden. Dies ist also gewiß das sicherste Mittel, den Wärmepunkt des kochenden Wassers am Thermometer, genau anzugeben, und da es zugleich das bequemste ist, sobald man den sehr einfachen Apparat des Hr. Cavendish gebraucht: so rathe ich den Beobachtern sich diesen Apparat, dessen Beschreibung sie in den philosophischen Transactionen finden werden, anzuschaffen, und jedesmal bey Verfertigung ihrer Thermometer anzuwenden.

§. 20.

Das Wasser kann auch ohne zu kochen, blos durch seine Oberfläche Dämpfe hervorbringen, welche eben so dicht sind, als beym kochenden Wasser unter demselben Druck; es müssen aber alsdann die entwi-

ckelten Dämpfe sich in einem verschlossenen Raum ausdehnen, welcher mit ihnen immer einerley Temperatur hat. Wenn alsdann die Hitze zunimmt; so werden die von der Oberfläche abgerissenen Dämpfe, immer eine dieser Zunahme gemäße Dichtigkeit annehmen, und allein jedem Druck widerstehen können. Wenn man z. B. Wasser oben auf ein Barometer thut; so werden die, in der Temperatur der Luft erzeugten Dämpfe, das Quecksilber um gewisse Grade fallen machen. Die Hrn. Lavoisier und de la Place fanden dies bey dem temperirten Grade um ½ Zoll. Hr. Watt, von dem ich bald reden werde, fand es nicht so groß, dies thut aber zu dem erzählten Phänomen nichts. Nach Verhältniß, wie man das Wasser und den von den Dämpfen eingenommenen Raum erhizt, drücken diese das Quecksilber immer mehr herab; wenn sie zu der Hitze des kochenden Wassers an dem Orte und in diesem Augenblicke, gebracht sind, so machen sie, daß das Quecksilber mit dem, in dem Behälter, gleich hoch steht, und tragen also allein den Druck der Atmosphäre. Wenn die Röhre in einem tiefen Behälter steht, so drücken die noch stärker erhizten Dämpfe es mehr und mehr unter diesen Stand, und entweichen am Ende. Man weiß auch, was für eine ausdehnende Kraft die Dämpfe in dem papinianischen Topfe erlangen können, und dennoch kocht darin das Wasser nicht.

## §. 21.

Ich habe also die wässerigten Dünste in ihren vorzüglichsten Modifikationen, welche durch die verschiedene Wärme verursacht sind, verfolgt. Man hat dabey immer dasselbe ausdehnbare Fluidum angetroffen, das durch Verbindung des Feuers mit dem Wasser entsteht; indem es alle mechanischen Eigenschaften der luft-

Digitized by Google

luftförmigen Substanzen, so lange es sich erhält, besizt; zu dessen Bildung auch jene Substanzen nicht beytragen, das völlig unabhängig von ihnen existirt, und welches in seinen Phänomenen nur dann mit ihnen in Verbindung steht, daß es, durch keine hinlängliche Hitze unterstüzt, blos mit ihnen vereinigt, den Druck der Atmosphäre ertragen kann. Kurz, man hat gesehen, daß die Dämpfe des kochenden Wassers, welche nothwendig für ein besondres aus Feuer und Wasser gebildetes ausdehnbares Fluidum, anerkannt werden müssen, dieselbe Flüssigkeit, ein unmittelbares und beständiges Produkt jeder Ausdünstung sind, das nur durch eine zureichende Hitze zu einem Grade der Dichtigkeit gekommen ist, da es allein den Druck der Atmosphäre aushalten kann.

## §. 22.

Ich war auf dieses allgemeine System, über die Ursache der Ausdünstung, die Existenz der Dünste und ihre Identität mit den Dämpfen des kochenden Wassers gekommen; fand aber noch einige Schwierigkeiten in ausführlichen Phänomenen; als ich das Glück hatte mit Hr. James Watt schottischen Ingenieur zu Birmingham genauer bekannt zu werden, dessen Einsichten mir alle Schwierigkeiten hoben. Hr. Watt ist der große Physiker und Mechaniker, dem wir die bewundernswürdigen Feuermaschienen zu verdanken haben, welche durch den Scharfsinn des Hr. Bolton, der mit Hr. Watt associirt ist, in den Künsten von England Epoche machen, und durch die, von den H. H. Perrier zu Chaillot bey Paris angelegte, auch in Frankreich bekannt zu werden anfangen. Niemand hat die Dämpfe des kochenden Wassers, so anhaltend und scharfsinnig studiert, als Hr. Watt, und ich verdanke seiner

Freundschaft, die Kenntniß vieler, auf diese Dämpfe sich beziehenden Thatsachen, die für die Physik ein angenehmes Geschenk seyn werden, wenn ich sie nach seiner Erlaubniß, in meinem Werke bekannt mache.

§. 23.

Das Studium der wässerigten Dünste schien mir eines der wichtigsten in der Physik zu seyn; so bald ich anfieng mich mit den ausdehnbaren Flüssigkeiten überhaupt, eifrig zu beschäfftigen. Wir sehen hier ein besondres Fluidum, welches fast insgemein nicht gekannt wird, weil seine Durchsichtigkeit es unsichtbar macht, weil es gewöhnlich mit der Luft vermischt, und auf eine vorzügliche Weise unfühlbar ist, und weil man auf die Phänomene, die jedoch sein Daseyn bezeugen, nicht aufmerksam achtete, indem man die Hypothese, der Auflösung des Wassers durch die Luft, als einer Ursache der Ausdünstung annahm. Das Daseyn dieses Fluidums aber, zeigt sich unmittelbar durch viele Phänomene, und wenn man seine Modifikationen einmal entdeckt hat; so gelangt man dadurch zur Kenntniß andrer weniger merkbaren Flüssigkeiten, und selbst zur Einsicht des Ursprungs der Luft.

---

Zwey-

Digitized by Google

## Zweytes Kapitel.

### Von der Hygrologie.

§. 24.

Nachdem ich die Beweise des Daseyns der wässerigten Dünste in der Luft angezeigt, und die Gesetze ihrer verschiedenen Grade von Dichtigkeit, woraus die Modifikationen ihrer mechanischen Wirkungen entspringen, vorgelegt habe, so komme ich nun auf das, was ihre Natur und die verschiedenen chemischen Wirkungen, welche dadurch entstehen, genauer betrifft. Dies macht den Gegenstand der Hygrologie aus.

§. 25.

Diese Dünste bestehen, wie ich gesagt habe, aus Feuer und Wasser, die durch Verwandschaft mit einander verbunden sind. Ich will jezt noch, als den ersten Grundsatz der Hygrologie hinzusetzen, daß beyde, das Wasser und Feuer, durch diese Verbindung, das Vermögen verlieren, ihre sie characterisirenden Wirkungen zu äußern; so wie Säuren und Alkalien, als Neutralsalze. Das Wasser verliert also dadurch die Fähigkeit, naß zu machen, und das Feuer, Wärme zu erzeugen. Von dieser Modifikation des Feuers, rührt der Verlust an Wärme her, wenn eine Flüssigkeit ausdünstet, und ihre Vermehrung, wenn die Dünste wieder zersezt werden. Das Feuer verliert, durch Vereinigung mit dem Wasser, diejenige Art von Bewegung, wodurch die Wärme entsteht, und kann sogar nicht mehr in die Körper eindringen: es ist also dann wirklich verborgen; (latent) wenn aber der Dunst sich zersezt, so wird es frey, und durch die Wärme fühlbar.

Das Wasser macht nicht mehr naß, noch erweicht es; erste Wirkung bringt es hervor, wenn es sich an die Körper hängt, leztere, indem es sich mit ihnen verbindet; welches es nicht thun kann, wenn das Feuer dasselbe eingenommen hat. Wenn aber die Dämpfe sich zersetzen; so wird das Wasser frey, und äußert beyde Wirkungen.

## §. 26.

Die wässerigten Dünste, welche sich zersetzen, können also befeuchten oder erweichen, aber die Zersetzungen, welche diese besondern Wirkungen erzeugen, sind verschieden. Die erste bestimmt die Gesetze ihrer Dichtigkeit, und diese habe ich im vorigen Kapitel erklärt. Ein Theil der Dämpfe zersezt sich, wenn die mittlere Entfernung ihrer Theilchen kleiner wird, als die Temperatur es erlaubt. Wenn also die Erkaltung macht, daß sie über die Kleinste der, durch die neue Temperatur festgesezten Entfernung hinaus gehen; so verlassen einige Wassertheilchen ihre Feuertheilchen, vereinigen sich wieder, und es präcipitirt sich ein entstandenes Wasser, welches die Körper benezt.

## §. 27.

Die zwote Ursache ihrer Zersetzung kann sie in allen ihren Zuständen betreffen; und sie bringt die eigentlich so genannte Feuchtheit (humidité) hervor. Das Wasser hat Verwandschaft mit verschiedenen Substanzen, so wie mit dem Feuer; dieses sind die hygroskopischen Substanzen, unter welche folglich das Feuer gerechnet werden kann. Das einzige Gesetz dieser Verwandschaft ist, daß das Wasser sich unter alle diese Substanzen, wenn sie in demselben Orte sind, sich vertheilt, und zwar auf jede nach ihrer spezifischen Kraft dasselbe aufzunehmen, welche durch die zur Sättigung der Substanz nöthi-

nöthige Menge, bestimmt werden kann. Des leichtern Ausdrucks wegen will ich dies Vermögen Kapacität nennen. Auf folgende Art nun zeigt sich dies Gesetz in den hygroskopischen Phänomenen.

§. 28.

Wenn man aufs neue Feuer in einen Raum bringt, der kein überflüssiges Wasser enthält, so beraubt es die hygroskopischen Substanzen, die sich in diesem Raume befinden, desselben, und vermindert dadurch die Feuchtheit, oder die verhältnißmäßige Menge, des hygroskopisch verbundenen Wassers; dieselbe Verminderung findet Statt, wenn man in diesen Raum eine andre hygroskopische Substanz bringt, welche eine verhältnißmäßige Menge Wasser besizt, die aber geringer ist, als bey den schon vorhandenen Substanzen. Wenn man dagegen aufs neue Wasser, oder andre hygroskopische Substanzen, welche verhältnißmäßig mehr Wasser besitzen, in den Raum bringt; so wird die Feuchtheit zunehmen: denn alle vorhandene Substanzen werden dieses neue Wasser unter sich theilen. Die Feuchtheit wird aus derselben Ursache in dem Raume zunehmen, wenn man Feuer entzieht; denn nun wird das von ihm verlassene Wasser, auf die andern Substanzen vertheilt werden.

§. 29.

Die Verwandschaft des Wassers mit den hygroskopischen Substanzen äußert sich nur in der Berührung. Wenn also kein wirkliches Wasser in Berührung mit diesen Substanzen ist, so geschieht seine Vertheilung durch Feuer. Die Feuertheilchen, welche beständig in Bewegung sind, entreissen das Wasser solchen Substanzen, die daran einen Ueberschuß haben,



Digitized by Google

und überlassen es denen, welchen es mangelt: hiedurch stellt sich das Gleichgewicht in der Feuchtheit an demselben Orte her, wenn keine besondre Ursache zu ungleicher Vertheilung des Wassers da ist.

§. 30.

Aus dieser Ursache zeigen die Hygroskope die lokale Feuchtheit an; d. h. weil sie aus diesen Substanzen bestehen, denen das Feuer einen verhältnißmäßigen Theil, des in diesem Orte hygroskopisch verbreiteten Wassers zuführt: und diese Substanzen geben eigentlich so genannte Hygroskope ab, wenn sie in einer solchen Lage sind, daß sie die Veränderungen ihrer eignen Feuchtheit anzeigen. Dies ist der erste Schritt der Hygrometrie, worauf ich nunmehr komme.

---



Digitized by Google

# Drittes Kapitel.

## Von der Hygrometrie.

### §. 31.

Da das abwechselnde Trocken- und Naßwerden der hygroskopischen Substanzen, bey ihnen größre oder kleinere Veränderungen an Gewicht und Umfange hervorbringt; so hat man schon lange darauf gedacht, hieraus ein Mittel zu ziehen, die Feuchtheit zu messen. Ich werde hier aber nur von den Veränderungen des Umfangs reden, weil man sie bey dem Gewicht, nicht in jedem Falle durch das Maaß bestimmen kann.

### §. 32.

Das Hygrometer muß aus einer so beschaffenen und eingerichteten Substanz bestehen, daß sie uns vergleichbare, beständige und wahre Verhältnisse zwischen den Feuchtheiten, die sie zu verschiedenen Zeiten enthält, angiebt. Ich werde, indem ich von diesem Gegenstande handle, das Verhältniß des wirklichen Zustandes mit einem oder dem andern der beyden Aeußersten, in der Trockenheit oder der Feuchtheit, den hygroskopischen Zustand nennen.

### §. 33.

Nach dieser Definition vom Hygrometer, zeigt es nicht unmittelbar, eine absolute Menge des hygroskopisch verbundenen Wassers an; sondern nur die Grade der Feuchtheit; indem erstre vielmehr von der Kapacität der Substanzen abhängt. Wenn man also, nach der Beobachtung des Hygrometers, von der in einer Substanz hygroskopisch verbundenen Menge Wassers urtheilen

theilen will, so muß man zuerst durch Versuche wissen, wie viel sie bey ihrem Größten enthält. Dieses wendet man beym Feuer, wie bey jeder andern hygroskopischen Substanz an; d. h. um die Menge des Wassers in Dünsten, an dem Orte, wo man das Hygrometer beobachtet, zu erfahren, muß man die Menge wissen, welche die Dünste, bey ihren verschiedenen Größten nach ihrer unterschiedlichen Temperatur, enthalten, und wenn man sodann das Thermometer mit dem Hygrometer verbindet, so hat man die nöthigen Stücke, um die wirkliche Menge des Wassers als Dämpfe, an dem Orte zu erfahren.

§. 34.

Dies wird also die Sprache des Hygrometers seyn, wenn es die erforderlichen Eigenschaften besizt. Die erste also, welche ich angezeigt habe, ist die Vergleichbarkeit. Diese Eigenschaft erfodert wesentlich entweder zween feste Punkte, welche der Skale zur Basis dienen, oder Einen festen Punkt, der auf eine Substanz angewendet wird, deren individuelle Theile alle, auf gleiche Art durch die Feuchtheit verändert werden. Auf diese Weise haben die H. H. de Reaumur und de Lisle gesucht, ein Thermometer zu verfertigen: der erste durch Gefrierung, als einen festen Punkt, und durch das Maaß der Ausdehnungen eines gewissen Weingeistes, um von diesem Punkte auszugehen; (denn so ist das Thermometer des H. de Reaumür beschaffen, von dem so viele Physiker sprechen, ohne einmal zu wissen was es sey *), und der lezte

*) Ob ich gleich nicht Ursache habe, zu glauben, daß viele Physiker mein weitläuftiges Werk über die Modifikationen der Atmosphäre mit ununterbrochener Aufmerksamkeit gelesen haben; so verwundere ich mich dennoch, daß

Digitized by Google

lezte durch die Hitze des kochenden Wassers als festen Punkt, und durch das Maaß der Verdichtungen des Quecksilbers, um von diesem Punkte auszugehen.

## §. 35.

Die Schwierigkeiten, einen festen Punkt der Trockenheit zu finden, welche ich sogleich einsahe, bewogen mich dieser leztern Methode zu folgen; und ich gebrauchte sie bey meinem ersten Hygrometer, das ich der Königl. Societät zu London 1773. überreichte. Ich entdeckte aber bald hernach, daß das Elfenbein, welches seine Hygroskopische Substanz war, nicht immer dieselbe Ausdehnbarkeit hatte, und ich fand darauf denselben Fehler, bey den Federn, die ich schon damals statt desselben vorschlug, und bey allen andern Substanzen, die ich gebrauchte. Ich blieb bey dem Fischbein, aus andern Betrachtungen stehen, und ich bewerkstelligte seine Vergleichbarkeit, durch einen einzigen festen Punkt, ziemlich

daß so viele das Reaumursche Thermometer, ein Quecksilberthermometer nennen, das zwischen den Temperaturen des schmelzenden Eises und kochenden Wassers, bey einem gegebenen Barometerstand, in 80 Theile getheilt sey. Als ich diese Skale, aus gegründeten Ursachen angenommen, und die correspondirenden sehr verschiedenen Gänge, dieses und des Reaumürschen Thermometers festgesetzt hatte; so rieth mir Hr. de la Condamine, dem ich dies Werk im Manuscript mit theilte, die Zahl 80 zu verändern, weil dieses bey der so gewöhnlichen Unachtsamkeit so gar mancher Physiker, Irrthum veranlassen möchte. Ich kannte diese Unachtsamkeit noch nicht so gut wie er, und bauete zu viel auf zwo Betrachtungen, wovon ich eine anzeigte, und die andre eine unzeitige Bescheidenheit war. Zulezt gereuet es mich, da ich durch die Erfahrung, die Prophezeihung des Hr. de la Condamine bestätigt finde.

Digitized by Google

lich gut, indem ich eine Methode gebrauchte, die einen allgemeinen Vortheil hat, welche ich hier aber nicht beschreiben will. Dies war mein zweytes Hygrometer, das ich der Königl. Akadem. der Wissensch. zu Paris 1781. übergab. Bald hernach aber fand ich einen zweyten festen Punkt; so daß ich zum drittenmal, die Verfertigung des Hygrometers gänzlich veränderte.

## §. 36.

Dieses Instrument kann also einen Vorzug besitzen, den das Thermometer wahrscheinlich nie erreichen wird; nämlich zu festen Punkten, die absoluten Extreme zu haben: denn es giebt ein Aeußerstes in der Feuchtheit, wo die hygroskopischen Substanzen mit Wasser gesättigt sind; und ein Aeußerstes der Trockenheit, wo sie alles hygroskopisch mit ihnen verbundenen Wassers beraubt sind. Ich will von beyden handeln.

## §. 37.

Nach den Grundsätzen der Hygrologie, die ich im vorigen Kapitel angezeigt habe, könnte man natürlicherweise schließen, daß die äußerste Feuchtheit sich da finden würde, wo die Menge des Wassers so beschaffen wäre, daß es alle hygroskopischen Substanzen, das Feuer mit darunter begriffen, gewiß gesättigt hätte. Wie ich aber untersuchte, welches wohl das Symptom seyn möchte, woran man sicher, diesen Zustand der hygroskopischen Substanzen erkennte; so sahe ich keinen andern Ausweg, als auf die Anfeuchtung, d. i. auf eine Menge von überflüssigem Wasser zu gehen: hieraus zog ich den Schluß, daß das einfachste Mittel den Punkt der äußersten Feuchtheit, am Hygrometer anzugeben, sey, wenn man es ins Wasser tauchte.

§. 38.

Digitized by Google

§. 38.

Hr. von Saussure giebt in seinem Werke über die Hygrometrie, das voll interessanter Thatsachen und Bemerkungen ist, die noch niemand gemacht hatte, eine Beschreibung eines Hygrometers, welches die Aufmerksamkeit aller Physiker reizen mußte. Die Skale desselben wird durch die äußerste Feuchtheit und Trockenheit bestimmt. Wegen Einrichtung des Instruments scheuete sich aber Hr. von Saussure es ins Wasser zu tauchen, und verwarf dies Mittel: er gebrauchte statt dessen die Feuchtheit, welche unter einer gläsernen Glocke hervorgebracht wird, die über Wasser steht, und deren Wände beständig benezt bleiben. Er glaubt, daß die unter dieser Glocke hervorgebrachte Feuchtheit beständig und die äußerste sey.

§. 39.

Ich hatte Grund zu bezweifeln, daß man die äusserste Feuchtheit auf eine andre Weise sicher finden könne, als durch wirkliches Wasser. Die Feuchtheit eines umgebenden Mittels, das auch in einem kleinern Raume mit Wasser umgeben ist, bleibt doch immer nur die Wirkung der wässerigten Dünste auf die hygroskopischen Substanzen, und diese Wirkung ist in vieler Rücksicht verschieden. Hr. von Saussure glaubt, sie sey bey jeder Temperatur beständig, und ich wußte aus vielen Phänomenen, daß sie gar sehr nach der Temperatur abwechsle. Ich hatte sogar Veranlassung zu glauben, daß sie auch bey einer scheinbar beständigen Temperatur nicht dieselbe seyn könne, wegen der verwickelten Ursachen, die in verschlossenen Gefäßen wirken. Dieses war ein Fehler, den ich bey dem Saussurischen Hygrometer vermuthete; da ich es aber nicht flüchtig prü-

fen

fen wollte, so scheuete ich mich, und wie ich in der Folge fand, nicht ohne Grund, dies zu unternehmen.

## §. 40.

Ich wiederholte also mehreremal das Verfahren des Hr. von Saussure, den Punkt der äußersten Feuchtheit unter einer feuchten Glocke zu bestimmen; ich sezte den Versuch jedesmal mit äußerster Sorgfalt mehrere Tage fort, und ich fand, was ich voraus sahe; nämlich 1. daß es sehr große Verschiedenheiten in der Feuchtheit unter dieser Glocke giebt, welche durch die Verschiedenheiten der Wärme, so sorgfältig man auch oft die Seiten der Glocke benezt, veranlaßt werden; 2. daß die Feuchtheit darunter, durch dieselbe Temperatur, nicht auf dieselben Punkte zurück kommt, ohne daß man am öftersten die Ursachen dieser Veränderungen wahr nehme.

## §. 41.

Man würde über einen solchen Abstand zwischen den Saussürischen und meinen Versuchen erstaunt seyn, wenn ich nicht gleich hier sagte, daß die Beschaffenheit seines Hygrometers ihn verhinderte, diese Unterschiede wahr zu nehmen, die ich dadurch angegeben habe, daß ich das meinige unter dieselbe Glocke stellte. Da die Ursache der Verschiedenheit unsrer Hygrometer mit einem andern Punkt der Hygrometrie zusammen hängt; so kann ich hier davon nicht reden, und verschiebe die ausführliche Erzählung dieser Versuche, bis an den Ort, wo ich von diesem andern Punkte handeln werde, und schränke mich jezt auf die Auseinandersetzung der Ursachen ein, welche die Abwechselungen in der Feuchtigkeit unter der Glocke veranlassen.

§. 42.

Auf der 21sten Seite des Saussurischen Werkes las ich: „Man braucht nicht zu besorgen, daß eine grössere oder geringere Wärme des Wassers, oder der Dämpfe, oder der umgebenden Luft, einige merkliche Veränderung bey dem Grade der äußersten Feuchtheit hervorbringe:" Mit Verwunderung fand ich, daß diesem auf der 36sten Seite widersprochen wurde, wo Hr. Saussure sagt: „Ich hätte gewünscht, dieselben (pyrometrischen) Versuche an dem vollkommen mit Feuchtheit gesättigten Haare zu wiederholen; aber — erstlich, ist es sehr schwer, wo nicht gar unmöglich, wenn man das Gefäß erwärmt, es beständig mit Dünsten gesättigt zu erhalten." — — Was heißt aber das Gefäß erwärmen anders, als eine größre Hitze dem Wasser oder den Dämpfen oder der umgebenden Luft geben? wovon Hr. von Saussure sagte, daß man davon nichts zu besorgen habe. Ich gieng also auf die 21ste Seite zurück, um den Sinn davon einzusehen, und ich fand daselbst die Veranlassung zu diesem Kontrast. Hr. von Saussure sagt daselbst: „Gesunde und gut gelaugte Haare, werden keinesweges, durch die Dämpfe, nicht einmal des kochenden Wassers zusammengezogen: sie bringen darauf weiter keine Wirkung hervor, als die Dämpfe des kalten Wassers." Hierauf kömmt er auf der 22sten Seite, aus einem andern Gesichtspunkte zurück: „Was die Dämpfe betrift, sagt er, so durchdringen oder verlängern sie wenigstens das Haar, nicht mehr, wenn sie warm, als wenn sie kalt sind; und dies ist eine merkwürdige Eigenschaft des Haares, wodurch es zur Hygrometrie sehr brauchbar wird."

§. 43.

Man sieht, daß der Satz, den Hr. von Saussure durch die leztre Behauptung begründen wollte, derjenige war: daß die warmen Dünste nicht mehr Kraft hätten, als die kalten, um das Haar zu verlängern, d. i. um dieses Hygrometer nach der Feuchtheit zugehen zu lassen. Wäre dies gegründet, so würde es den Haaren nicht mehr, als jeder andern hygroskopischen Substanz zukommen; oder vielmehr die Haare von dem Hygrometer ausschließen. Man bemerke hier aber hauptsächlich, daß erst das Gegentheil genau bewiesen werden müßte; daß nämlich die warmen Dünste, das Hygrometer nicht zu der Trockenheit hin gehen lassen: man kann dies aber sicher nicht beweisen, denn sie bringen diese Wirkung immer mehr und mehr hervor, je nachdem sie heißer sind.

§. 44.

Inzwischen wollte H. von Saussure diese Besorgniß durch eine andre Behauptung heben, nämlich: Daß sehr gesunde und gehörig gelaugte Haare, keinesweges durch die Dämpfe, selbst nicht des kochenden Wassers zusammengezogen werden; daß dieselben auf sie nicht mehr Wirkung haben, als die vom kalten Wasser." Hier ließ mich der Widerspruch in der Behauptung mit der Thatsache, die Meynung des Hr. von Saussure und die Natur des Versuchs, wovon er reden wollte, entdecken. Er hatte wahrscheinlich siedendes Wasser dem kalten, in dem Gefäße, worüber er seine Glocke umgedrehet hatte, untergeschoben, und das Hygrometer war, von dem, durch dieses Wasser erzeugten Nebel umgeben worden. Alsdann durfte es ohne Zweifel nicht gegen die Trockenheit zu, steigen; vielmehr war dies sicher das einzige Mittel, die äus-

serste

ferste Feuchtheit unter der Glocke hervorzubringen; denn die Körper, an denen sich dieser Nebel zersezt, werden dadurch angefeuchtet, grade als ob sie unter das Wasser getaucht wären.

§. 45.

Dieses Phänomen hat keine Beziehung also auf den Fall, wovon ich rede, wo man immer verstehen muß, daß das umgebende Mittel, in dem sich das Hygrometer befindet, einerley Temperatur mit dem ausdünstenden Wasser hat. Dieses wird wenigstens bey einer gewissen Lage der Umstände, der Fall mit der Saussurischen Methode seyn; wo er bloß verlangt, das Hygrometer unter eine über Wasser gestürzte Glocke, deren Seiten man öfters befeuchtet, zu stellen, und hinzusezt, daß die Feuchtheit unter dieser Glocke bey jeder Temperatur dieselbe seyn wird. Ich habe erzähltermaßen das Gegentheil gefunden; ohne aber noch meine eignen Versuche anzuführen, will ich das Zweydeutige in dem Versuche, auf den Hr. von Saussure vermuthlich anspielt, heben.

§. 46.

Man sollte nicht, ohne sich zu erklären, Dampf des siedenden Wassers, das Produkt dieses zersezten Dampfes, oder den Nebel nennen, welcher entsteht, wenn dieser Dampf in ein kälteres Mittel, als er selbst ist, kömmt. Man braucht kein Hygrometer, um über die Feuchtheit eines umgebenden Mittels zu urtheilen, das durch Zersetzung der Dämpfe, undurchsichtig geworden ist; denn hier ist immer, und bey jeder Temperatur, die größte Feuchtheit, so wie in dem Wasser selbst. Das Hygrometer ist also nur bey einem durchsichtigen Mittel nöthig; denn alsdann kann es allein

uns den hygroskopischen Zustand dieses Mittels bekannt machen; indem das Wasser sich hier bloß durch Verwandschaft mit dem Feuer, und also unter der Gestalt durchsichtiger Dämpfe, befindet. Wenn aber das Mittel einerley Temperatur mit dem Wasser, welches verdünstet, hat; so sind die erzeugten Dämpfe um so mehr von ihrem Größten entfernt, als die Temperatur heißer ist. Das Hygrometer zeigt uns diese Wirkung; denn weil seine Substanz zu dem thermo- und hygroskopischen Zustande der Dämpfe gebracht ist, so nimmt sie ihnen nun weder Feuer noch Wasser, und zeigt uns also durch ihren eigenen Zustand, wie die Dämpfe in dem Mittel beschaffen sind.

§. 47.

Dieses haben mir die Versuche, die ich unter der Saussürischen Glocke anstellte, bestätigt; es war aber schon durch die, in geringen Erhöhungen, über die großen Oberflächen des Wassers, (das Meer und die Seen) bey verschiedenen Temperaturen gemachten hygroskopischen Beobachtungen bewiesen: denn die Ausdehnung des verdünstenden Wassers, versieht in weit größerm Maaße, die Seiten der befeuchteten Glocke, und wenn die Feuchtheit nothwendig die größte war, wann die gebildeten Dünste in einem Mittel zurück gehalten werden; so müßte sie es immer bey einer kleinen Entfernung von diesen großen Wasserflächen seyn, welches aber nach der täglichen Bemerkung der Schiffahrer der Fall nicht ist.

§. 48.

Um geradezu zu beweisen, daß die Dämpfe, welche in einem Mittel, von derselben Temperatur mit ihnen sich erheben, um so viel weniger Feuchtheit erzeugen, als das Wasser und das Mittel wärmer sind; will

will ich hier eine wichtige Beobachtung von Hr. Watt anführen. Er fand, bey seinen vielfältigen Beschäfftigungen mit der Dampfmaschiene, daß man das Holz an keinem Theile gebrauchen könne, wo die Dämpfe des kochenden Wassers sich erhalten; so wie z. B. nicht bey dem Stöpsel, denn es wird hier so trocken, daß es, wie am Feuer zerspalten würde. Die Meynung des Hrn. Saussure, über die, durch die Verdampfung in einem verschlossenen Gefäße, erzeugte größte Feuchtheit, weicht also außerordentlich von der Thatsache ab: denn die Dämpfe des kochenden Wassers, welche sich in diesem Falle befinden, nähern sich schon sehr der größten Trockenheit, und ich zweifle nicht, daß sie sich fast gänzlich in den Dämpfen des Papinianischen Topfes finden würde.

§. 49.

Ich folgre also, wie ich 1773. in meinem ersten Werke, über die Hygrometrie that, daß man im Wasser sicher die größte Feuchtheit finde, und ich setze jezt hinzu, daß dies bey jeder Temperatur geschehe. Man findet sie auch in dem Nebel; aber bloß, weil er die Substanz des Hygrometers mit Wasser bedeckt. Man würde sie vermuthlich bisweilen unter der Saussürischen Glocke antreffen, wenn die Temperatur nahe beym Gefrieren wäre: wenigstens habe ich es um diese Temperatur herum, beynahe gefunden; oft aber war sie auch davon merklich verschieden. Nichts ist also sicherer und einfacher, als das Hygrometer in das Wasser zu tauchen, um seine größte Feuchtheit zu bestimmen.

§. 50.

Nach denselben Grundsätzen der Hygrologie, die ich im vorigen Kapitel aus einander sezte, muß die größte



Digitized by Google

Trockenheit sich da finden, wo das Feuer in solcher Menge ist, daß es den andern Substanzen alles mit ihnen hygroskopisch verbundene Wasser entziehen kann. Und wenn dennoch, in welchem Ueberflusse auch das Feuer zugegen sey, die hygroskopischen Substanzen ihren Antheil an Wasser behalten; so kann man doch das Glühendwerden, als einen äußersten Punkt des Uebermaaßes an Feuer ansehen, wo die Trockenheit am größten ist. Diesen Begriff machte ich mir gleich anfangs, von einem festen Punkt der Trockenheit: ich sahe ihn aber lange als blos idealisch an, weil man das Hygrometer einem solchen Grade der Hitze nicht aussetzen kann. Ich wollte darauf die größte Trockenheit durch den leeren Raum hervorbringen, und ich dachte sogar auf Mittel hier gewisse Grade der Feuchtheit zu erzeugen: bey der Ausführung fand ich aber fast unübersteigliche Hindernisse. Ich sann daher auf Mittel, ein, durch einen einzigen festen Punkt vergleichbares Hygrometer zu verfertigen. Endlich gerieth ich aber auf eine Idee, welche das erste und sicherste von diesen Mitteln ins Werk stellte; ich theile hier den Grund davon mit.

§. 51.

Wenn eine hygroskopische Substanz, welche des höchsten Grades des Glühens fähig ist, bis zu ihm gelangt; so ist sie in der That auf einem festen Punkte der Trockenheit, den man als den größten ansehen kann. Ist diese Substanz von solcher Natur, daß, wenn sie nun alle ihre Feuchtheit verloren hat, sie dieselbe sehr langsam durch alleinige Vermittelung der Dämpfe wieder annimmt; so wird sie einen großen Theil dieser Wärme verlieren können: so daß sie z. B. unter eine Glasglocke gebracht werden kann, ohne merklich Feuchtheit wieder

Digitized by Google

der angenommen zu haben, vorzüglich wenn sie aus großen Massen besteht. Wenn endlich die hygroskopische Kapacität dieser Substanz so beschaffen ist, daß alles Wasser in Dämpfen, selbst bey ihrem Größten, welches in einem, ihrem Volumen gleichen Raume der Luft, enthalten ist, ihr eben so wenig eine merkliche Feuchtheit giebt; so wird, wenn man sie in diesem Verhältnisse mit der Luft, unter eine Glasglocke, wo man das Hygrometer stellt, einschließt, diese Luft allmählig zu dem Grade der Trockenheit der Substanz gelangen: welcher Grad, nach den vorigen Voraussetzungen, nicht merklich von der größesten Trokkenheit abweichen muß. Der Kalk nun, erfüllt alle diese Bedingungen.

## §. 52.

Vermittelst des aufs neue in großen Massen kalcinirten Kalks, habe ich also seitdem einen zweyten Punkt, an meinem Hygrometer bestimmt. Ich sagte, daß er hiezu die Bedingungen erfüllte; denn ich sahe, daß er meine Hygrometer auf denselben Punkt brachte, ob er gleich bey verschiedenen Graden der Wärme, in verschiedenem Verhältniß mit dem Raum, den er nicht einnahm, und was die Feuchtheit betrift, in ziemlich verschiedenem Zustande mit dem umgebenden Mittel, eingeschlossen wurde. Die äußerste Langsamkeit, mit der er seine endliche Wirkung hervorbringt, welche nur in drey Wochen sich ereignet, wenn er nur die Hälfte des Raums einnimmt, ist auch ein Zeichen seiner Brauchbarkeit.

## §. 53.

Ich habe auch vor kurzem einen Versuch gemacht, der viele hygroskopische Experimente, die mir noch übrig

 sind,

sind, abkürzen wird. Ich that einige Hygrometer in ein Gefäß, wovon der Kalk etwa drey Viertel einnahm, welches mit einem durch Kitt (Lut de Vitrier aus gepulverter Kreide und gutem Leinöl) befestigten Deckel, verschlossen war; ich nahm die Hygrometer zweymal heraus, ließ sie den Zustand der Luft annehmen, und stellte sie aufs neue in das Gefäß, ohne daran etwas zu verändern, und sie kamen wieder zu demselben Punkt. Ich habe also einen neuen Apparat angefangen, der aus einem großen Gefäße von überzinntem Eisenblech besteht, in welches, an einem schicklichen Orte, Glas eingesezt ist, wodurch man auf Kästen aus Eisendrath sehen kann, worinn die Hygrometer oder Hygroskope sollen gestellt werden. Der übrige Raum des Gefäßes wird mit Kalk gefüllt, und der wohl verkittete Deckel, nun über den Kästen durchbohrt; damit, wenn man die Instrumente wechselt, der eingeschlossene Raum, nur eine geringe und sehr kurze Verbindung mit dem äußern Mittel habe. Ich hoffe dadurch einen ziemlich dauerhaften Apparat der größten Trockenheit zu erhalten. Ich werde aber dennoch ein Hygrometer zur Hand haben, um was sich ereignet, zu bemerken.

## §. 54.

Aus denselben Grundsätzen der Hygrologie fließt: daß, wenn ein Raum merklich der Feuchtheit beraubt ist, die Unterschiede der Wärme hier nicht weiter hygroskopische Wirkungen hervorbringen können; denn das Feuer kann den andern Substanzen weder Wasser geben, noch nehmen (dieses macht nämlich die hygroskopischen Wirkungen der Unterschiede in der Wärme aus), wenn kein Wasser zu vertheilen da ist. Hier ist also noch ein Umstand, woraus ich schloß, daß mein Apparat mit dem Kalk die größte Trockenheit hervorbrin-

Digitized by Google

bringen würde; ich meyne nämlich, daß unterdessen, während des größten Theils der Operation, die Vermehrung der Wärme das Hygrometer nach der Trockenheit hin, steigen ließ, und es im Gegentheil sein Ende erreichte, die Abnahme der Wärme, bis auf einen kleinen Grad, wegen der Verkürzung der hygroskopischen Substanz, denselben Anschein hervorbrachte. Hr. von Saussure erfuhr dasselbe, indem er Weinsteinsalz gebrauchte; dies beweißt, daß, wenn es nicht zur größten Trockenheit gekommen ist, es doch nahe dabey war, und dieser Grad der Trockenheit hat auch seinen Ursprung aus dem Glühen erhalten.

§. 55.

Diese beyden festen Punkte, die größte Feuchtheit und Trockenheit, werden also eine sichre Basis zur Verfertigung der Skale des Hygrometers; das Uebrige, nämlich die Eintheilung des Raums zwischen diesen Punkten, und wo man die Grade zu zählen anfangen will, ist an sich willkührlich. Da ich nun einen einzigen festen Punkt bey meinen beyden ersten Hygrometern hatte, nämlich den Punkt der größten Feuchtheit; so sezte ich dahin natürlich Null, und hernach habe ich das auch, bey zween Punkten beybehalten. Da ich aber diese Skale noch abändern konnte, indem dies dritte Hygrometer wenige Personen gesehen haben und es nur zu meinen eignen Beobachtungen gedient hat: so habe ich die natürlichere Methode des *Hrn.* von Saussure befolgt, nämlich: Null bey der größten Trockenheit zu setzen, weil sie die Abwesenheit aller Feuchtheit ist. Weil ich dadurch meine Skalen abschaffen, und vorzüglich meine Fertigkeit, die Grade der Feuchtheit zu betrachten, verändern mußte; so nahm ich zugleich auch die Zahl 100. von Hrn. von Saussüre an.



Digitized by Google

§. 56.

Die zwote Eigenschaft des Hygrometers ist, daß es beständig für dieselben Grade der Feuchtheit, einerley zeige. In den Untersuchungen über die praktische Hygrometrie, ist dies eine zu weitläuftige Materie, als daß ich sie hier anfangen könnte; ich will daher nur anführen, daß, nachdem ich es mit sehr vielen Substanzen versucht habe, ich beym Fischbein stehen geblieben bin, weil es verschiedene vorzügliche Eigenschaften zu diesem Werkzeuge besizt. Ich gebrauche die Oberfläche der Fischbeinblätter, welche eine Art von sehr dichter Rinde ist, und ich nehme sie in der Breite der Fasern. Ich habe es besonders wegen seiner Beständigkeit gewählt; denn es war die einzige Substanz, welche, nachdem sie zur größten Feuchtheit gebracht wurde, immer beständig wieder zu demselben Punkte kam. Ich hatte noch am Ende des vorigen Jahres Hygrometer aus dieser Substanz, welche seit 5 Jahren gemacht waren, die ich, um sie anders einzurichten, aus einander gelegt habe, vorher aber zur äusersten Feuchtheit brachte, da sie dann auf den ersten festen Punkt kamen. Ich hatte auch das erste von meinen Hygrometern, wo ich den Punkt der größten Trockenheit durch Kalk, vor etwa 3 Jahren bestimmte; und wie ich damit die Versuche wiederholte, kam es wieder zu demselben Punkt. Auch meine neuen Hygrometer, deren Empfindlichkeit weit größer ist, habe ich oft dieselbe Probe aushalten lassen, und sie erreichten immer wieder denselben Punkt. Diese Substanz besizt also die Beständigkeit in einem solchen Grade, den ich nach allen Versuchen mit andern Körpern, nicht erwarten konnte.



Digitized by Google

§. 57.

Schon wegen dieser Eigenschaft würde ich das Fischbein, einiger Unbequemlichkeiten ungeachtet, vorgezogen haben; es besizt aber noch andere Vorzüge. Ich hatte meine Hygrometer nicht gleich sehr empfindlich gemacht, weil ich das Fischbein zu groß und dicke ließ. Wie ich auf den Punkt der größten Trockenheit dachte, so suchte ich es feiner zu machen, und es glückte mir gewissermaßen durch ein Verfahren, das mich, bey einiger Fertigkeit, noch mehr Vollkommenheit hoffen ließ; ich unterbrach aber damals meine hygrometrischen praktischen Arbeiten. Wie ich sie bey Gelegenheit des Saussürischen Hygrometers wieder vornahm, machte ich meine Streifen von Fischbein so zart, als ich nicht gehoft hatte, und ich habe es noch nicht einmal so weit getrieben, als ich nach meiner Methode gehen konnte. Indessen habe ich einen Streifen, der etwa einen Fuß lang und eine Linie breit ist, welcher ohngefähr nur einen halben Gran wiegt. Ich bin hierbey stehen geblieben, weil diese Streifen hinlänglich empfindlich sind; wären sie es noch mehr: so würde es für die Genauigkeit der Beobachtungen nachtheilig seyn; denn selbst bey diesem Punkt muß man sehr fertig beobachten, wenn das Wetter feucht ist, damit die Nähe des Beobachters sie nicht, wegen vermehrter Wärme, zur Trockenheit hinsteigen lasse. Die Feinheit der Fasern, und die Zähigkeit der Substanz, ist so groß, daß wenn man noch empfindlichere Hygrometer nöthig hätte, man sie noch zarter und schmäler machen könnte. Ich weiß es aus Erfahrung, denn ich habe einen solchen Streifen, der einen Fuß lang ist und nur $\frac{1}{4}$ Gran wiegt, und dennoch die Kraft meiner Feder, welche am Gewicht $\frac{1}{3}$ Unze gleich war, aushielt.

§. 58.

§. 58.

Ich ziehe die Federn, um diese Streifen zu spannen, den Gewichten vor, weil jene nicht nur bequem fortzubringen sind, sondern auch vorzüglich, weil sie die Streifen in einerley Spannung erhalten, welches ein wesentliches Stück ist. Ich kenne keine vegetabilische oder animalische Substanz, welche, in die größte Feuchtheit versezt, unter der Wirkung eines Gewichts oder einer Feder, keine absolute Verlängerung erlitte, die sie hernachmals in allen ihren Veränderungen, bey derselben Spannung, beybehält, wenn die Spannung aber nachläßt, verliert, und alsdann zeigt das Hygrometer, bey gleicher Feuchtheit, nicht auf einerley Punkte der Skale. Man muß es also aufs neue, unter derselben Spannung, in die größte Feuchtheit bringen, ehe man es beobachten kann, welches wenigstens unbequem ist.

§. 59.

Die Federn haben noch einen Vorzug vor den Gewichten, und das Fischbein vor vielen andern Substanzen, wenn man das Hygrometer im Winde beobachtet. Der Wind bewegt die Gewichte, und macht die Anzeigen des Instruments unsicher, weil die hygroskopische Substanz dadurch wechselsweise an- und losgespannt wird, weswegen der Zeiger schwankt. Er schwankt auch durch die bloßen Schwingungen, welche der Wind in der Substanz verursacht, wenn der Unterschied in ihrer Länge, in den verschiedenen Zuständen während einer Schwingung, ein merkliches Verhältniß gegen die Veränderungen der Länge hat, wodurch die Substanz die Feuchtheit mißt: dies hat z. B. bey den Haaren statt. In Absicht des Fischbeins aber haben diese Unterschiede keinen merklichen Einfluß auf den Zeiger; denn seine hygrosko-

groskopische Veränderung ist über $\frac{1}{8}$ seiner Länge bey der größten Trockenheit. Wenn auch nun schon der Wind den Streifen sehr schwingen läßt; so bewegt sich der Zeiger nicht merklich.

§. 60.

Diese große Ausdehnbarkeit des Fischbeins brachte mir die Idee bey, seine Ausdehnungen durch einen blossen Vernier zu messen. Man braucht hiezu nicht einmal so lange Streifen, als man haben kann, welche einen Fuß lang sind: 8 Zoll sind hinlänglich; denn sie geben etwa eine Verändrung von einem Zoll. Alsdann hat man ein sehr einfaches und zum Fortbringen sehr bequemes Instrument. Eine Glasröhre, in welcher eine schraubenförmige Feder aus einer dünnen Claviersaite sich befindet, macht die Basis aus: der Streifen ist unten an ein Stellwerk befestiget, und oben der Vernier angebracht. Ich habe inzwischen dennoch, zum gewöhnlichen Gebrauch, die Einrichtung, vermittelst Zeiger und Zifferblatt, beybehalten, weil man sie von weitem und mit einem Blicke beobachten kann. Die Feder, welche den Streifen spannt, ist in einer Trommel, wie eine Uhrfeder; sie muß aber weit schwächer seyn. Die meinigen machen 5 oder 6 Windungen, und gegen die dritte wirken sie auf den Streifen, und so weit sich die nothwendige Bewegung erstreckt, sind sie mit dem Gewicht einer halben Unze im Gleichgewicht.

§. 61.

Die große Ausdehnbarkeit des Fischbeins, und seine Zähigkeit, veranlaßten mich, eine andere, zum gewöhnlichen Gebrauch bey Wetterbeobachtungen sehr bequeme Einrichtung zu treffen. Dieses Hygrometer hat die

die Gestalt einer **Uhr**, und ist sehr einfach. Sein **Zifferblatt** ist nur ein Limbus, und sizt auf einem Gestell (Cage) von derselben Größe, dessen obere Platten, wie bey den Unruhen in den Taschenuhren, d. h. vermittelst eines Central-Kreuzes, durchbrochen sind. Pfeiler hat dieses Gestell in großer Menge, und bis auf einen tragen sie alle $\frac{1}{4}$ Zoll lange Walzen. Der Pfeiler ohne Walze ist ganz nahe bey einem der andern, und dient erst dazu, einen **Fischbeinstreifen**, $\frac{1}{4}$ Zoll breit, und wie ein starkes Papier dick, daran zu befestigen. An diesem Ende sizt ein kleines Messingblech, das an das Fischbein mit einem Faden von Kantille genähet ist, und vermittelst dieses Blechs ist der Streifen an dem Pfeiler befestigt. Das andere Ende ist mit einem ähnlichen Blech versehen, und daran ist ein seidner Faden geknüpft. Der Streifen zieht sich einmal innerhalb des ganzen Gestells herum, indem er sich beständig an die Walzen anlehnt; und der seidne Faden geht über die lezte Walze, bey dem Pfeiler, wo sie festgemacht ist, und schlingt sich in dem Mittelpunkt um eine **Rolle**; hierauf ist sie mit dem einen Ende einer halbcirkelförmigen Feder verbunden, welche im Innern des Gestells sizt, und deren anderes Ende auch an dem Pfeiler ohne Walze befestigt ist; die Axe dieser Rolle trägt einen Zeiger. Bey diesem Hygrometer ist das Reiben wegen aller dieser Walzen sehr stark; inzwischen hat es so viel Empfindlichkeit, als man zu den täglichen Beobachtungen gebraucht. Hängt man es auf, so gleicht es einer großen Taschenuhr; und in seinem Futteral nimmt es nicht mehr Raum ein, als eine Schnupftabacksdose. Ich bitte meine Leser, wegen dieser kleinen Ausschweifung, die eigentlich nicht zur Fundamentalhygrometrie gehört, um Verzeihung.

§. 62.

§. 62.

Ich sagte endlich, daß ein Hygrometer, wie jedes andere physikalische Maaß, wesentlich noch eine dritte Eigenschaft besitzen müsse, daß sein Gang nämlich, mit der wirkenden Ursache im Verhältniß seyn müsse. Von diesem Kennzeichen wird man sich aber am schwersten überzeugen: ich will also darüber etwas ausführlicher seyn.

§. 63.

Der verschiedene Gang der Thermometer aus verschiedenen Flüssigkeiten, brachte mich nothwendig auf den Gedanken: daß an dergleichen Werkzeugen, die unmittelbar sichtbaren Wirkungen, die verschiedenen Intensitäten ihrer Grundursache nicht nothwendig proportional wären; und sie wurden sogar alle, auf den ersten Anblick, sobald sie merklich von einander abwichen, verdächtig. Man mußte also *a priori* oder *a posteriori* suchen, ob eine von diesen Wirkungen gewiß verwickelt wäre, um dadurch denjenigen Gang, der noch am meisten mit den Differenzen in der Intensität der Ursache in Verhältniß war, zu bestimmen. Da ich nun bey dieser Untersuchung fand, daß ein Wasserthermometer, nachdem es sich immer weniger, im Verhältniß mit allen andern, durch dieselbe Verminderung der Wärme condensirt hatte, sich endlich ausdehnte, da die andern sich noch condensirten; so schloß ich daraus: daß zwo verschiedene Ursachen, welche auf gleiche Weise von Verminderung der Wärme abhiengen, auf Verminderung des Volumens des Wassers wirkten; daß diese beyden Ursachen nicht denselben Gang hätten, in ihrem Verhalten gegen die Verminderung der Wärme; und daß die eine, welche das Volumen des Wassers zu vermehren suchte, anfangs von der andern übertroffen wurde, aber diese end-

endlich selbst überwältigte. Ich verwarf daher das Wasserthermometer, und nach hieraus gezogenen Schlüssen gab ich dem Quecksilberthermometer den Vorzug, weil im Verhältniß mit ihm alle andere Flüssigkeiten, durch dieselben Verminderungen der Wärme, abnehmende Verdichtungen zeigten.

§. 64.

Wie ich mein erstes Hygrometer aus Elfenbein gemacht hatte, wollte ich, diesen Phänomenen bey den verschiedenen Thermometern gemäß, es auch mit andern Substanzen versuchen, und ihre Gänge vergleichen; um zu beurtheilen, ob die Feuchtheit auf die hygroskopischen Substanzen eben die Wirkungen hätte, wie die Wärme auf die Thermoskopischen, und ob ich folglich mit dem Hygrometer dieselben Untersuchungen anstellen müßte, wie ich mit dem Thermometer gethan hatte. Ich erdachte mir dazu ein Probier-Gestell, um die weitläuftige Arbeit, welche ich zu überstehen hatte, zu erleichtern; und ich machte erst eine große Menge von Versuchen, um im allgemeinen die comparativen Gänge verschiedener Substanzen zu bestimmen.

§. 65.

Das erste wichtige Resultat dieser vorläufigen Versuche war, die untersuchten Substanzen in zwo sehr verschiedene Klassen abzutheilen: die erste bestand aus Substanzen, welche, der größten Feuchtheit ausgesezt, sich hier bis zu einem festen Punkte verlängerten: die andere aus Substanzen, die in das Wasser getaucht, sich anfangs verlängerten und hernach verkürzten; oder die sich sogar verkürzten, und so fortfuhren, wenn ich sie bey feuchtem Wetter eintauchte; ob sie gleich sich auch durch Vermehrung der Trockenheit verkürzten, und

durch

durch deren Abnahme verlängerten. Es war also klar, daß bey den Substanzen der leztern Klasse zwo entgegengesezte Wirkungen durch die Veränderungen der Feuchtheit hervorgebracht wurden; und daß bey einem gewissen Punkt des Ganges, die Wirkung, welche zuvor von der andern übertroffen war, sie nun wiederum übertraf. Ich bemerkte ferner, daß die comparativen Gänge dieser Substanzen unter sich so verschieden waren, daß man sie nicht für die Wirkungen derselben Ursache gehalten hätte, anstatt daß in den Gängen der andern Klasse keine so große Abweichungen waren. Ich verwarf also diese ganze Klasse, deren Gänge so offenbar unregelmäßig waren, und blieb bey den andern zur Untersuchung des Hygrometers stehen.

§. 66.

Die weitläuftigen Arbeiten, worein mich diese neue Entdeckung verwickelte, war eine von den Ursachen, daß ich die Untersuchungen der praktischen Hygrometrie abbrach, um vielmehr das, was die Hygrologie betraf, bekannt zu machen; und bey dieser Arbeit besonders, bin ich aufs neue unvermerkt hineingerathen. Ich will mich hier in keine weitläuftige Beschreibung einlassen, sondern nur die äußern Kennzeichen anführen, welche diese beyden Klassen von Substanzen, die ich nach ihren hygroskopischen Eigenschaften bestimmt habe, auf eine entschiedene Art charakterisiren. Die Klasse, bey der ich stehen blieb, besteht gänzlich aus vegetabilischen oder animalischen Substanzen, von denen man senkrecht auf den Strich Streifen geschnitten hat: sie enthält das Holz, Rohr, Elfenbein, andre Knochen, Federn, Fischbein. Man wird sich wundern, wie ich von einigen dieser Substanzen mir so lange Streifen habe verschaffen können: ich habe aber bey einigen die natürli-



Digitized by Google

chen Röhren sehr zart gemacht, oder andere in sehr zarte Röhren verwandelt, sodann sie schraubenförmig geschnitten und im Wasser wieder gestreckt: alsdann machte ich sie noch zarter, nach der Methode, die ich beym Fischbein gebrauchte, wovon man unmittelbar grade Streifen, wie vom Holze, erhalten kann.

§. 67.

Die andere Klasse von Substanzen, die ich verwarf, besteht erst aus denselben obigen Substanzen, wenn man die Streifen nach der Länge der Fasern nimmt; hernach aus andern Substanzen, die nur auf diese Weise gebraucht werden können; als Hanf, Aloe (Agave americana Lin.), Seide, Haare, Pferdehaare, die häutigen Büschel, woraus man Darmsaiten macht. Alle diese Substanzen ohne Ausnahme haben einen irregulären Gang, weil ihre Fasern nach der Länge gehen; dieses kömmt daher, weil die Feuchtheit sie aufschwellt, da sie zu gleicher Zeit ihre Fasern verlängert, und weil die erste Wirkung einen wachsenden Gang in Vergleichung mit der andern hat.

§. 68.

Dieses allgemeine Phänomen bey den vegetabilischen und animalischen Substanzen, wenn man sie nach der Länge ihrer Fasern nimmt, zeigt deutlich ihre Organisation an. Sie sind gegittert, und ihre Maschen ausnehmend klein, daher die eintretende Feuchtheit ihre Büschel verkürzen kann, indem sie ihre Maschen erweitert. Man siehet hier auch eine Ursache des fortschreitenden Ganges dieser Verkürzung; wenn nämlich die Fasern, welche die Maschen bilden, fast parallel laufen; oder mit andern Worten: dieselbe Menge Wasser, welches in diese Maschen tritt, verkürzt das Büschel weniger

weniger, als wenn die Fasern schon merklich entfernt sind. Hierzu kömmt eine entgegengesezte Wirkung, in Betracht der Ursache der Verlängerung der Büschel: daß dieselbe Verlängerung der Fasern mehrern Einfluß auf die Verlängerung ihrer Büschel hat, wenn sie am meisten parallel sind (d. h. immer bey trocknem Wetter), als wenn sie vielmehr durch Erweiterung der Maschen ein Zickzack ausmachen (denn hier geht die Verlängerung der Fibern nicht mehr ganz in die Verlängerung des Streifens, sondern seitwärts, er schwellt auf). Noch ein Umstand trägt ferner zu diesem verschiedenen Gang der beyden entgegengesezten Wirkungen bey, nämlich die Spannung der Büschel, welche die Verlängerung der Fasern begünstigt, und hingegen der Erweiterung der Maschen widersteht; welche aber bey schwacher Feuchtheit mehrern Einfluß auf die Büschel hat, als bey starker.

§. 69.

Diese Organisation erklärt ein sonst schwer aufzulösendes Phänomen, nämlich die große Ausdehnbarkeit des Fischbeins, wenn man es in der Queere nimmt; denn sonst müßte man annehmen, daß die Fasern sich in ihrer ganzen Länge um $\frac{1}{8}$ ihres Durchmessers entfernten, indem sie nur das Wasser zur Ursache ihrer Wiedervereinigung haben: dieses ließe sich schwer begreifen, wenn man die Kraft bedenkt, welche ihre Streifen bey der größten Feuchtheit ausstehen können. Die Fasern dieser Substanz müssen auch ausnehmend fein und ihre Maschen sehr klein seyn, damit so zarte und schmale Streifen, wovon ich geredet habe, die Kraft meiner Federn ertragen können.

§. 70.

Das Fischbein zeigt uns noch auf eine andere Weise die Organisation der thierischen Substanzen und ihren

hygroskopischen Gang. Wenn man es nach der Länge der Fasern nimmt, giebt es vortreffliche Federn, die nicht nachgeben, wenn man sie nicht durch zu starkes Biegen oder durch Wärme verändert. Der kleine Zusammenhang, welcher seine Maschen bildet, ist also sehr stark, und seine Fasern sehr elastisch, daher sie immer suchen wieder parallel zu werden, wenn die Feuchtheit ihre Maschen verläßt: daher kömmt es durch einerley Grade der Feuchtheit wieder auf denselben Punkt.

§. 71.

Nach dieser leztern Bemerkung wunderte ich mich, daß ich bey den Streifen von Federn, die ich schraubenweise und also in die Queere ihrer Fasern nahm, keine Beständigkeit fand; weil doch diese Substanz nach der Länge so viele Elasticität besizt. Wie ich hierüber nachdachte, fiel mir ein, daß die Veränderungen, welche ich an meinen Federhygrometern bemerkt hatte, von einer Schwingung herrühren könnten, so ihre Streifen beym ersten Eintauchen ins Wasser behielten, und welche allmählig verschwände. In der That waren die Veränderungen, wovon ich rede, eine absolute Verlängerung der Streifen: ich fand sie immer länger, wenn ich sie wieder ins Wasser sezte. Ich machte sie also noch zarter, damit die Schwingungen desto eher aufhörten, und es glückte mir völlig, wie ich meine praktischen hygrometrischen Arbeiten wieder vornahm. Ich fand also, daß die Feder wie das Fischbein, immer zu derselben Länge im Wasser zurück kömmt, und dies läßt mich hoffen, daß hieraus, wenigstens in Rücksicht seiner Beständigkeit, ein sehr gutes Hygrometer werden kann.



Digitized by Google

## §. 72.

Durch meine ersten Versuche über diese verschiedenen Gänge der vegetabilischen und animalischen Substanzen belehrt, sahe ich das Phänomen des Saussürischen Hygrometers, bey der bloßen Lesung sogleich ein; ich erkannte nämlich die Ursache dieses Rückgehens, das er bey den Haaren bemerkt hatte, und warum es sich verminderte, wenn er das Gewicht, welches die Haare spannte, verkleinerte. Indeß hat er es dadurch nicht ganz gehoben; und wenn dies Symptom gänzlich verschwunden wäre, so würde bloß der Einfluß seiner Ursache vermindert und nicht vernichtet seyn. Dies fand ich, indem ich sein Instrument selbst prüfte; und ich will jezt seinen Gang, verglichen mit einem von den meinigen, in einigen Versuchen geben, zu deren Verständniß man sich aber erinnern muß, daß auf beyden Instrumenten die größte Trockenheit gleich an o., und die größte Feuchtheit 100. sey.

## §. 73.

Der erste Versuch, den ich erzählen will, ist aus meinem Tagebuch vom 14ten bis 16ten October vorigen Jahrs gezogen, in welcher Zeit die beyden Hygrometer unter der feuchten Glocke mit einem Thermometer blieben. Die Glocke wurde während den Beobachtungen, die sehr zahlreich waren, fast jede Viertelstunde angefeuchtet. Ich will aber nur die Beobachtungen anführen, wobey merkliche Veränderungen in der Wärme waren.

| | Saussur. Hygrom. | Sein Gang zur Feuchtig. | Mein Hygr. | Sein Gang zur Feuchtig. | Fahrenheit. Thermom. |
|---|---|---|---|---|---|
| Den 14. Die Hygrometer standen unter dem noch nicht feucht. Appar. | 91,0 | — — | 64,6 | — — | 64° |
| 10h 15′ Wasser zugegossen, und die Glocke befeucht. | | + 10,0 | — — | + 15,4 | |
| 20′ | 101,0 | — 2,0 | 80 | + 7,3 | 63½ |
| 11h | 99,0 | + 0,1 | 87,3 | + 4,0 | 63½ |
| 2. 15′ | 99,1 | — 1,8 | 91,3 | + 4,7 | 64. |
| 11. 15′ | 97,3 | — 0,4 | 96,0 | 0 | 60½ |
| Den 15. vor dem Befeucht. | | | | | |
| 6h 45′ M. | 97,7 | — 0,1 | 96,0 | 0 | 56. |
| Befeuchtet. | | | | | |
| 7. 0 | 97,6 | + 0,3 | 96,0 | — 4,0 | 56½ |
| 2. 0 S. | 97,9 | + 0,1 | 92,0 | + 4,6 | 68. |
| Den 16. vor dem Befeucht. | | | | | |
| 6. 30 M. | 98,0 | — 0,7 | 96,6 | 0 | 55½ |
| Befeucht. | | | | | |
| 6. 45. | 97,3 | + 0,1 | 96,6 | — 2,3 | 56. |
| 11. 30. | 97,4 | — 12,9 | 94,3 | — 26,0 | 69½ |
| unter der Glocke weggenommen. | | | | | |
| 1. 30. S. | 84,5 | — — | 68,3 | — — | 61½ |

## §. 74.

Hier ist noch eine zwote Reihe unter der feuchten Glocke verglichener Versuche, die aus meinem Tagebuch

Digitized by Google

buche vom 7ten bis 14ten Jan. dieses Jahrs gezogen ist; in welcher Zeit die Instrumente unter der Glocke blieben, die gewöhnlich in einem nicht geheizten Zimmer war, zuweilen aber in das benachbarte geheizte Zimmer gebracht wurde. Während aller dieser Beobachtungen, außer im Anfange, wurde die Glocke sorgfältig feucht erhalten.

| | Saussur. Hygrom. | Sein Gang zur Feuchtg. | Mein Hygr. | Sein Gang zur Feuchtg. | Fahrenheit. Thermom. |
|---|---|---|---|---|---|
| Den 7. ehe Wasser zugegeben wurde. | | | | | |
| $1^h$ 48' | 84,7 | — — | 61,8 | — — | 56½ |
| Es wurde nur Wasser ins Gefäß gethan, ohne die Glocke zu befeuchten. | | + 8,8 | — | + 5,5 | |
| $2^h$ 30' | 93,5 | + 4,8 | 67,3 | + 13,7 | 53½ |
| $6^h$ 30 | 98,3 | — 0,3 | 81,0 | — 1,0 | 49½ |
| 11. 00 | 98 | + 0,3 | 80,0 | + 0,6 | 48½ |
| Den 8. 9. 00 M. | 98,3 | — — | 80,6 | — — | 45½ |
| Mittag 10'. Die Seiten der Flasche benezt, und damit fortgefahren | | + 1,0 | — | + 6,3 | |
| 0,15' | 99,3 | — 0,9 | 87,3 | + 2,3 | 52 |
| 0,22' | 98,4 | — 0,4 | 89,0 | + 1,0 | 52 |
| 0,38 | 98,0 | — 1,3 | 90,0 | + 4,0 | 50 |
| 3,45 | 96,7 | — 0,1 | 94,0 | + 3,3 | 49 |
| 11,00 | 96,6 | 0 | 97,3 | 0 | 45½ |
| Den 9. vor dem Befeuchten. | | | | | |
| 7. 30' M. | 96,6 | — 0,4 | 97,3 | 0 | 47 |

| | Saussur. Hygrom. | Sein Gang zur Feucht. | Mein Hygr. | Sein Gang zur Feucht. | Fahrenheit. Thermom. |
|---|---|---|---|---|---|
| Befeucht. und damit fortgefahren. | | | | | |
| 8. 5 | 96, 2 | + 1, 2 | 97, 3 | — 12, 0 | $51\frac{1}{2}$ |
| 10. 35 | 97, 4 | — 1, 2 | 85, 3 | + 12, 7 | 68 |
| 5. 40 S. | 96, 2 | — 0, 2 | 98, 0 | — 0, 2 | 51 |
| Den 10. ohne zu bef. | | | | | |
| 8h 10′ | 96, 0 | — — | 98, 2 | — — | 47 |
| Befeuchtet ꝛc. | — — | 0 | — | 0 | |
| 10. 40 | 96, 0 | + 0, 8 | 98, 2 | — 9, 2 | 50 |
| 11. 35 | 96, 8 | + 0, 2 | 89, 0 | — 7, 0 | 69 |
| Mittag 25 | 97, 0 | 0 | 82, 0 | — 4, 0 | $65\frac{1}{2}$ |
| 2. 30 | 97, 0 | + 0, 5 | 78, 0 | + 3, 3 | 69 |
| 09. 45 | 97, 5 | — 0, 7 | 81, 3 | + 16, 1 | $63\frac{3}{4}$ |
| 11. 00 | 96, 8 | | 97, 4 | | $45\frac{1}{2}$ |

## §. 75.

Ich habe hier kaum den zehnten Theil meiner Beobachtungen ausgezogen, und wählte sie nur, um die correspondirenden Gänge der beyden Hygrometer, durch die beträchtlichsten Veränderungen der Temperatur zu zeigen. Alle andere Beobachtungen zeigen mehr oder weniger dieselben Ungleichheiten, sowohl, was diese Gänge betrifft, als ihr Verhältniß mit der Temperatur. Man sieht auch aus diesem Auszug, wie Hr. von Saussure sich bey dem Grade der Feuchtheit, den dieser Apparat hervorbringt, und seinem Verhalten gegen die Temperatur irren konnte, da die größte Ausdehnung seiner Veränderungen nur 3, 3; der meinige aber 20, 2 war: außerdem war der Gang der kleinen Veränderungen seines Hygrometers, fast immer mit den großen Veränderungen

rungen

Digitized by Google

rungen des meinigen im Widerspruch, welches ihn noch mehr verleiten mußte.

## §. 76.

Um zu wissen, bis auf welchen Punkt das Saussurische Hygrometer der wirklichen größten Feuchtheit entsprach, sezte ich es mehreremal den Nebeln aus, nebst dem Meinigen, das dadurch beständig genau auf 100 kam. Hier ist einer von den Versuchen, wo ich zwey Saussürische Hygrometer, mein eignes, und eines, das ich von Hr. George Adams ~~Liebe,~~ gebrauchte. Die Beobachtung geschah den lezten 15. Jan. Sobald ich diese beyden Hygrometer aus meinem Fenster hängte, um $8^h\ 20'$ des Morgens giengen beyde etwa 1° über die größte Feuchtheit (im Anfang der Versuche gieng das, was mir gehörte, über 2° darüber): hernach giengen sie zurück; die Beobachtungen sind folgende:

| | Mein Sauss. Hygr. | Sein Gang. | Von H. Adams. | Sein Gang. | Das Meinige. | Sein Gang. | Thermometer. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,25 | 98,0 | | 99,1 | | 98,3 | | 34 |
| | | — 1,0 | | — 0,6 | | + 1,3 | |
| 0,32 | 97,0 | | 98,4 | | 99,6 | | $33\frac{1}{2}$ |
| | | — 0,8 | | — 0,2 | | + 0,4 | |
| 0,47 | 96,5 | | 98,2 | | 100,0 | | $33\frac{1}{2}$ |
| | | — 0,2 | | — 0,3 | | 0 | |
| 9,22 | 96,3 | | 97,9 | | 100,0 | | 34 |
| | | — 0,2 | | — 0,2 | | 0 | |
| 10,22 | 96,1 | | 97,7 | | 100,0 | | 34 |
| | | — 0,1 | | + 0 | | 0 | |
| Mittag | 96,0 | | 97,7 | | 100,0 | | 35 |



Digitized by Google

## §. 77.

Es scheint also, daß der Punkt der größten wirklichen Feuchtheit am Saussurischen Hygrometer, nicht der Punkt der größten Verlängerung des Haares sey; so wie der Punkt des schmelzenden Eises am Wasserthermometer, nicht der Grad der größten Verdichtung dieser Flüssigkeit ist. Ich konnte diesen ersten Punkt nicht bestimmen, weil die beyden Hygrometer ihn verschieden anzeigten, und weil bey den Versuchen mit dem was mir gehört, es sich immer weniger dem Punkt 100. näherte, wenn ich es dem Nebel aussezte: vor einigen Tagen, als ich es zum leztenmale aussezte, gieng es erst bis 94°, und blieb bey 90° stehen, da mein Hygrometer auf 100. stand.

## §. 78.

Selbst wegen der Ursache dieses Rückgehens des Saussurischen Hygrometers, beym Annähern an die größte Feuchtheit, sind überhaupt seine Veränderungen bey feuchtem Wetter sehr klein; sie vergrößern sich aber, wie die Feuchtheit abnimmt, und dies verursacht die große Ausdehnung seiner ganzen Skale. In meinen ersten Versuchen sahe ich, daß es seinen Punkt 0 um 3° überstieg, da das meinige bey 0 blieb. Seitdem erreicht es ihn nicht mehr, obgleich meines dahin kömmt, und die größte Trockenheit durch die Wirkungen der Verschiedenheiten in der Wärme angezeigt wird. Es scheint also, daß dies Haar, bey meinen Versuchen, seine Ausdehnbarkeit verlohren habe; denn ich finde sonst an ihm keine Ursache der Veränderung.

## §. 79.

Nach dem Gange des Wasserthermometers, in Vergleichung mit andern Phänomenen der Wärme, vermuthete

muthete ich, daß die Veränderungen im Umfange dieser Flüssigkeit, die Summen zwoer entgegengesezter Veränderungen seyen, welche zwar auf gleiche Art durch die Abwechselungen in der Wärme entstünden, aber nicht demselben Gesetze folgten. Ich hatte, sage ich, diese Verbindung vermuthet, blos aus dem endlichen Gange dieses Thermometers; obgleich das Wasser, wegen seiner Flüssigkeit, zu schnell den verschiedenen einwirkenden Ursachen nachgiebt, als daß man ihre besondern Wirkungen wahrnehmen könnte. Mit den festen Körpern ist es nicht so, weil ihre Theilchen sich unter einander reiben, daher sie sprungweise den wirkenden Ursachen folgen: daher bemerkt man bey dem Saussürischen Hygrometer die besondern Wirkungen der beyden angezeigten Ursachen, deren Gang ich noch ausführlicher beschreiben will.

## §. 80.

Außer dem Rückgehen, wovon ich bisher geredet habe, welches zu dem endlichen Gange dieses Hygrometers gehört, und sich beym Annähern an die größte Feuchtheit zeigt, so wie es sich beym Wasser, im Annähern an sein Gefrieren, äußert; bemerkt man bey allen seinen Bewegungen, wenn sie sehr schnell sind, ein zweytes Rückgehen, und dies rührt daher, daß die Verlängerung der Fasern bereitwilliger geschieht, als die Erweiterung der Maschen, wenn die Feuchtheit zunimmt; und eben so die Verkürzung der Fasern eher als die Verengung der Maschen, wenn die Feuchtheit abnimmt; wenn nun die Veränderungen der Feuchtheit plötzlich geschehen, so giebt dies diesem Hygrometer einen zitternden Gang.

§. 81.

Von Verändrung in der Länge der Haarfasern, muß man den Anschein einer sehr großen Empfindlichkeit, welche das Hygrometer besizt, herleiten; es überschreitet aber auf diese Weise den Punkt, wo es stehen bleiben soll, und kömmt nur langsam dahin zurück. Wenn ich dies Hygrometer mit dem meinigen an einen Ort bringe, wo die Feuchtheit von dem vorigen Orte sehr verschieden ist, so eilt es erst sehr vor geht aber zu weit, und kömmt zurück. Sein ganzer Gang besteht also im Vorspringen und Zurückgehen; etwa wie wenn man auf einen sehr abhängigen Sandberg steigen will; indeß giebt es hier ein großes endliches Rückgehen, so daß, wenn es stehen bleibt, meines auch an seinen Punkt gekommen ist. Ich will ein Beyspiel von diesen correspondirenden Gängen in einer Beobachtung geben, wo ich beyde Saussürische Hygrometer, von denen ich oben sprach, gebrauchte.

§. 82.

Beyde Hygrometer waren erst unter der feuchten Glocke mit dem meinigen, und ich habe sie hier lange beobachtet. Zu dem anzustellenden Versuche beobachtete ich sie noch einmal unter der Glocke, hob diese geschwind ab, und nahm die Stütze, an der alle diese Instrumente aufgehängt waren, aus dem Gefäße, und stellte sie in diesem Zustande an einen andern Ort des Zimmers, wo ich folgende Beobachtungen machte:

In

| | Mein Sauss. Hygr. | Sein Gang. | Von Hr. Adams. | Sein Gang. | Das Meinige. | Sein Gang. | Thermom. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| In dem Apparat 11. 40 M. | 96,3 | | 98,5 | | 98,0 | | 36 |
| Aus dem App. | | — 12,3 | | — 14,5 | | — 20,7 | |
| 45 | 84,0 | | 84,0 | | 77,3 | | 38 |
| | | + 4,0 | | + 5,0 | | — 3,0 | |
| 48 | 88,0 | | 89,0 | | 74,3 | | 38 |
| | | + 2,5 | | 0 | | — 1,0 | |
| 56 | 90,5 | | 89,0 | | 73,3 | | 38 |
| | | + 0,1 | | + 0,5 | | — 0,7 | |
| Mittag. 5 | 90,6 | | 89,5 | | 73,0 | | 38 |
| | | + 0,3 | | + 1,4 | | — 0,7 | |
| 18 | 90,9 | | 90,9 | | 72,3 | | 38½ |
| | | + 0,2 | | 0 | | — 0,3 | |
| 35 | 91,1 | | 90,9 | | 72,0 | | 39 |

Man sieht auch in diesem Beyspiel den Gang des Saussürischen Hygrometers, d. h. seine geringe endliche Veränderung bey diesem Grade der Feuchtheit, in Vergleichung mit dem meinigen. Was die Empfindlichkeit betrifft, weswegen ich vorzüglich diese Beobachtung erzählt habe; so sieht man, daß zwar die erste Bewegung der beyden Saussürischen Hygrometer sehr schnell war, sie aber doch nicht eher als meines mit der Feuchtheit des Ortes ins Gleichgewicht kommen.

§. 83.

§. 83.

Ob ich gleich den Gang meines Hygrometers, in Vergleichung mit den wirklichen Veränderungen der Feuchtheit nicht kenne, so zweifle ich doch nicht, daß er ihnen nicht mehr angemessen seyn sollte, als beym Saussurischen. Das merkliche Rückgehen, welches den ganzen Gang dieses Instruments verändert, nimmt mit der Feuchtheit ab; seine Ursache also modificirt nicht immer auf gleiche Weise, diejenige, welche die Länge der Haarfasern trifft: unterdessen also gewisse absolute Größen der Veränderungen in der Feuchtheit, sehr wenige totale Wirkung auf dies Hygrometer haben, wenn die Feuchtheit groß ist, sogar entgegengesezt wirken, wenn sie sehr groß ist; so werden dadurch dieselben absoluten Größen immer mehr und mehr wirken: so wie die Feuchtheit abnimmt. Man kann also nicht, aus an diesem Hygrometer beobachteten Veränderungen, auf verhältnißmäßige Veränderungen in der Feuchtheit schließen, und wenn man es thut, so irrt man sich in dem Gange der Phänomene und ihren Ursachen, wovon ich ein Beyspiel an einem Gesetze geben will, das Hr. von Saussure nach seinen Versuchen bestimmt hat.

§. 84.

Um zu wissen, was die Verdünnung der Luft auf das Hygrometer für Wirkung habe, schloß er es mehreremal unter die Glocke einer Luftpumpe ein, unter die er Dämpfe brachte, so lange sie noch voll Luft war, und bemerkte alsdann den Stand des Hygrometers: hernach pumpte er bestimmte Mengen dieser Luft aus, und beobachtete die Veränderungen am Hygrometer. Nach dem Versuche, worauf er am meisten bauet, weil das Thermometer beständig auf demselben Grade im Zimmer blieb, pumpte er die Luft bey Achteln ihrer Menge

Menge, im Anfange des Versuches aus; das Hygrometer stand damals bey 97, 37., und die Grade, welche es, bey jedem Ausziehen derselben Menge Luft, nach der Trockenheit hin, durchlief, waren: 4,75. 4,98. 5,70. 6,65. 7,37. 9,50. 11,16. 17,69.

§. 85.

Da H. von Saussüre nicht vermuthete, daß sein Hygrometer die Ursache von diesem Wachsen der Zahlen wäre, welche die allmähligen Abtrocknungen anzeigten; so zweifelte er nicht, daß sie in demselben Verhältnisse wachsen würden, und fand die Ursache dieses Phänomens in seiner allgemeinen Theorie der hygrometrischen Affinitäten (S. 178), wo er die Luft als ein Auflösungsmittel des Wassers betrachtet. Er erklärt das Phänomen auf folgende Art:

§. 86.

Nach den allgemeinen Gesetzen der Anziehung, muß die Luft die Theilchen der Dämpfe weniger stark anziehen, wenn sie verdünnt ist, wenn ihre Theile in geringer Menge da sind, als wenn sie dicht ist. Folglich muß das Haar, dem die Verdünnung der Luft nichts von seiner anziehenden Kraft raubt, eine verhältnißmäßige größere Anziehungskraft, in einer verdünnten Luft als in einer dichten haben, und folglich muß es alsdann eine größere Menge Dünste verschlucken und mehr Feuchtheit zeigen, als es bey gleichen Umständen in einer dichtern Luft thun würde. Wenn also die Luft, beym Heraustreten aus der Glocke, die Hälfte der Dämpfe mit fortgenommen hat; so wird die andre Hälfte stärker von dem Haar als der noch übrigen Luft angezogen, und verändert das Haar mehr, als sie würde gethan haben, wenn die Luft ihre Dichtigkeit behalten hätte; und folg-

lich

Digitized by Google

lich zeigt das Hygrometer dadurch mehr Dünste an, als wirklich unter der Glocke sind. Wenn man also eine Glocke allmählig auspumpt, so trocknen die ersten Auspumpungen das Haar in größerm Verhältnisse, als die Verdünnung der Luft ist. Die folgenden aber bringen beständig größre Wirkungen hervor, weil sie beständig größere aliquote Theile der wirksamen Dämpfe, die unter der Glocke geblieben sind, fortnehmen.

## §. 87.

Ich habe es nicht für nöthig gehalten, in diesem Werke die Gründe förmlich auseinander zu setzen, weswegen ich die Hypothese der Auflösung des Wassers durch die Luft nicht annehme, und begnügte mich, ihr ein anderes System der Ausdünstung entgegen zu setzen. Da aber dies durch Verdünnung der Luft unter der Glocke verursachte Trockenwerden, welches Phänomen H. Wilke in den schwed. Abhandl. vom Jahr 1781 genau beschrieben hat, und durch diese Versuche des Hrn. von Saussüre bestätiget ist, dieser Hypothese widerspricht, so will ich aus diesem Gesichtspunkte den obenerzählten Versuch prüfen. Hr. von Saussüre erkennt zwar die Dämpse als ein unmittelbares Produkt der Ausdünstung an; er sezt aber dann voraus, daß diese Dämpfe durch die Luft aufgelöst sind, d. h. daß die Luft sich ihrer, wie jede andere hygroskopische Substanz, bemächtige; wodurch er nicht wesentlich die gemeine Hypothese verändert hat.

## §. 88.

Wir müssen also das Wasser, welches in die mit Luft angefüllte Glocke gebracht wurde, ansehen, als ob es, wegen Verwandschaft, sowohl von der Substanz des Hygrometers, als von den Lufttheilchen besessen

besessen wird; so daß, wenn man einen Theil der Luft auszieht, man wirklich einen Theil der in dem Orte eingeschlossenen hygroskopischen Substanzen wegnimmt; welcher Theil mit seinem Antheil am Wasser versehen seyn wird. Was würde also die Ursache der Verminderung der Feuchtheit an diesem Orte seyn, weil der Grad der Feuchtheit nicht in der absoluten Menge Wasser besteht, sondern in dem, was die hygroskopischen Substanzen, in Vergleich mit der Menge, die sie sättigt, besitzen (§ §. 27. 28)?

## §. 89.

Wenn man also von dem wahren Sinn des Wortes Feuchtheit nicht abgeht, so wird man überhaupt erkennen: daß Veränderungen in der Menge einer oder mehrerer hygroskopischer Substanzen an demselben Orte, keine Abändrung an der Feuchtheit machen werden, so lange die, welche hinein oder heraus gehen, einerley verhältnißmäßige Menge Wasser mit den übrigen haben. Wäre nun die Luft eine von diesen Substanzen, wie man angenommen hat; so möchte man noch so viel davon unter der Glocke herausziehen, es würde der Ueberrest seinen Theil Wasser behalten, wie die Substanz des Hygrometers: daher würde die Feuchtheit unter der Glocke immer dieselbe bleiben. Da dies nun nicht der Fall ist, und hingegen die Feuchtheit, so wie man die Luft auspumpt, sich vermindert: so muß nothwendig die Ausdünstung von einer andern Ursache, als der Auflösung des Wassers oder der Dünste durch die Luft herrühren.



Digitized by Google

## §. 90.

Die Ausdünstung im leeren Raum ist immer ein Stein des Anstoßes für die Hypothese gewesen, die ich untersuche; und man hat hier keinen andern Ausweg gefunden, als anzunehmen, daß die Ausdünstung im leeren Raume, nicht einerley sey, mit der in der Luft. Ich will mich hier nicht bey den verschiedenen Methoden aufhalten, wie man diesen Unterschied zu erklären gesucht hat, denn mich dünkt, daß eine unnütze Hypothese von selbst umfällt. Diese nun wird unnütz, wenn man nur statt der Luft das Feuer als Auflösungsmittel des Wassers einschiebt. Wenn man nur überlegt, daß in dem leeren Raum sowohl wie in der Luft, die Flüssigkeit, welche ausdünstet, sich erkältet; daß sie sich in dem leeren Raum noch schneller erkältet, weil hier die Ausdünstung geschwinder ist; so wird man kein Bedenken tragen, dem Feuer allein, ohne irgend eine mittelbare oder unmittelbare Dazwischenkunft der Luft, die Ursache jeder Verdünstung zuzuschreiben.

## §. 91.

Hiedurch erklärt sich auch das vom Herrn von Saussüre angeführte Phänomen, das nach seiner Hypothese, wie ich gezeigt habe, unerklärbar ist. Nach dieser Hypothese heist, einen Theil der Luft, welche die Dünste auflöst, wegpumpen, einen Theil der hygroskopischen Substanzen mit ihrem Antheil am Wasser, wegnehmen; und also den ganzen Rest in demselben Grade der Feuchtheit zurücklassen. Wenn man nach meinem System aber, mit der Luft, einen Theil der Dämpfe, dieses von der Luft verschiedenen ausdehnbaren Fluidums, wegnimmt, so raubt man auch eine hygroskopische Substanz, nämlich das Feuer, mit ihrem Antheil

theil am Wasser, wobey anfangs die Feuchtheit auf demselben Grade bleibt; bald aber dringt aufs neue, seines Wassers beraubtes Feuer, in den Raum durch seine Wände, und da nach dem angenommenen Fall, die Substanz des Hygrometers, und die in der Glocke gebliebenen Dünste, hier die einzigen Quellen des Wassers sind; so raubt ihnen dies neue Feuer dasselbe, und die Feuchtheit nimmt ab.

## §. 92.

Ich komme nun auf das besondre Phänomen, welches der Versuch des Hrn. von Saussüre darbietet: nämlich daß die Zahlen der Grade seines Hygrometers, welche die successiven Größen der Austrocknung anzeigten, wuchsen, ob man gleich immer gleiche Mengen Luft entzog. Seine darüber gegebene Erklärung würde, wenn sie gegründet wäre, der Thatsache, nämlich der wirklichen Austrocknung, widersprechen; und wäre also ein Beweis für die Hypothese, die er widerlegen wollte. Seine Erklärung ist, daß, da die Luft dünner geworden, sie weniger Anziehungskraft für die Dünste habe: und die Hypothese, die er widerlegen will, ist, daß die Verdünnung der Luft die Niederschlagung des Wassers veranlasse. Ich habe also diese Hypothese widerlegt, indem ich den entgegengesetzten Grund, der mir wahr zu seyn schien, ihr dagegen stellte. Die allgemeinen Gesetze der Anziehung, nämlich der Schwere, zu denen Hr. von Saussüre seine Zuflucht nimmt, sind im gegenwärtigen Falle nicht anwendbar; hier kömmt es allein auf die Gesetze der Verwandschaften an. Nun ist es aber gewiß, theils durch die Theorie der Verwandschaften selbst, theils durch Erfahrung bey jeder Auflösung, daß eine größre Entfer-



Digitized by Google

nung der Theilchen eines Menstruums, statt Niederschlag hervorzubringen, oder ein leichteres Fahrenlassen der aufgelösten Substanz zu bewirken, ihm vielmehr ein größeres Vermögen giebt, sie weit stärker an sich zu halten. Wenn also die Luft das Auflösungsmittel, entweder unmittelbar des Wassers, oder der erst gebildeten Dämpfe wäre; so würde man, statt durch ihre Verdünnung einen Niederschlag des Wassers zu bewirken, vielmehr machen, daß sie dasselbe noch stärker hielte. Hr. von Saussüre hat selbst sehr gut gezeigt, gegen seine eigne Hypothese, daß der Nebel, den man zuweilen unter der Glocke, aus der man die Luft pumpt, sieht, und zum Beweise, daß die Feuchtheit durch Verdünnung der Luft zunehme, anführt, von ganz anderer Ursache herrühre. Es ist zu bedauren, daß er noch an der Auflösung des Wassers durch die Luft, unter der Form der Auflösung der Dämpfe, klebte; denn ohne dies Vorurtheil würde er gewiß große Fortschritte in der Laufbahn, die er betrat, gemacht haben.

## §. 93.

Es kann also nicht die von Hrn. von Saussüre erdachte Ursache seyn, welche dieses Wachsen der Grade seines Hygrometers, in Verhältniß mit den successiven Austrocknungen in seiner Glocke, hervorgebracht hat. Wenn seine Grundhypothese richtig wäre; so könnte gar kein Austrocknen Statt haben (§. 89.). Wäre die zwote Hypothese wahr; so würde im Gegentheil Zunahme der Feuchtheit sich zeigen (§. 92). Ich wüßte also in der wachsenden Folge der Zahlen, welche die successiven Austrocknungen andeuten (§. 84), nichts anders zu finden, als einen neuen Beweis für den Gang, den ich seinem Hygrometer angewiesen habe:

so

Digitized by Google

so daß, wenn er dabey das meinige gebraucht hätte, er vermuthlich gleiche oder merklich gleiche Austrocknungen gefunden hätte.

§. 94.

Ist diese Vermuthung wahr, (worüber der Leser urtheilen mag), so folgt daraus, daß der Gang des Saussürischen Hygrometers nothwendig große Irrthümer in die unmittelbaren Resultate der hygrometrischen Versuche hineinbringt; daß also die Folgen, die er daraus gezogen, und die Tabellen, die er darnach entworfen hat, wegen dieser Irrthümer fehlerhaft sind. Indeß ist seine Arbeit in dieser Rücksicht wichtig; denn, obgleich seine Resultate noch keine Regeln sind, so dienen sie doch wenigstens zur Vorschrift, um zu wichtigen Entdeckungen zu gelangen. Ich hatte mir schon vor langer Zeit ähnliche Versuche vorgenommen, um den Gang des Hygrometers, sowohl durch Verdünnung der Luft, als durch die Wärme zu analysiren, und ich hatte mir schon von Herr Nairne den Apparat dazu machen lassen. Ich fand aber dabey große Schwierigkeiten, und das Hygrometer selbst foderte immer die ganze Zeit, welche ich der praktischen Hygrometrie widmen konnte, ohne daß ich zu dem verlangten Ziele gekommen wäre: so daß ich dergleichen Arbeit noch lange nicht unternehmen kann.

§. 95.

Ich habe nur noch ein Wort über die Hygrometrie im Allgemeinen zu sagen, was nämlich den comparativen Gang ähnlich gemachter Hygrometer betrifft.

trifft. Wir werden vermuthlich nie bey diesem Instrument den Vortheil haben, den wir in diesem Betracht beym Thermometer finden; weil die hygroskopischen Substanzen weniger homogen in ihren Arten sind, als die Flüssigkeiten, woraus das Thermometer gemacht wird; sobald sie dieselben Eigenschaften anzeigen. Diese Homogenität wäre jedoch nothwendig, damit die auf ähnliche Art gemachten Hygrometer, übereinstimmend in ihren Skalen giengen.

## §. 96.

Das Saussürische Hygrometer hat in dieser Rücksicht einen Vorzug, daß die Ursache, welche die Veränderungen in der Länge der Haarfasern modificirt, endlich diese Veränderungen übersteigt. Alsdann also zeigt sie sich, und man kann ihren Grad der Intensität an jedem Haare erkennen. So wirft Herr von Saussüre alle Haare, deren Rückgehen über eine gewisse kleine Größe geht, weg, und macht seine eigenen Hygrometer harmonirend; wäre das Haar übrigens für die Hygrometrie brauchbar, so würde dies ein sehr vortheilhafter Umstand seyn. Ich habe ihren Einfluß geprüft, indem ich die zwey Hygrometer, wovon ich oben redete, in eine Flasche mit Kalk stellte und untersuchte. Die Wirkung war sehr langsam, und sie folgten einander sehr gut; denn in diesem Theil ihrer Skale, wo ihr Gang sehr vergrößert ist, rechne ich einen Unterschied von 1 oder 2 Graden für nichts.



Digitized by Google

§. 97.

In Rücksicht meiner eigenen Hygrometer habe ich über diesen Punkt noch nichts Bestimmtes. Die ersten hatten nur einen festen Punkt, ich brauchte also um ihren comparativen Gang nicht sehr bemüht zu seyn: und seitdem ich ihre Einrichtung veränderte, habe ich sie noch nicht gehörig in dieser Absicht beobachten können. Die Nothwendigkeit zwang mich nach und nach, mir selbst meine Instrumente zu machen: es kostete mir zu viele Zeit und Mühe, bey allen Veränderungen, die mich die Erfahrung lehrte, Künstler zu gebrauchen. Aber auch dies raubte mir viele Zeit; so daß ich, bey vielen angefangenen Hygrometern, noch nicht zwey völlig ähnliche hatte, bis auf diesen Monat, da ich seit einigen Tagen zwey dergleichen besaß; sie giengen sehr übereinstimmend; aber ein Zufall hat mir das eine geraubt. Mit dieser Untersuchung bin ich also noch beschäfftiget, und sie wird mir viele Arbeit kosten.

§. 98.

Ich werde aber diese Zeit noch dem Hygrometer nicht deswegen widmen, als ob es ein Gegenstand von der ersten Wichtigkeit für die Hygrologie wäre; sondern weil ich mich einmal damit beschäfftigen wollte. Und da ich es wieder vorgenommen habe, wird es mir leichter seyn, es jezt zu dem Punkt, wohin ich es führen will, zu bringen, als wenn ich diese Arbeit auf eine andre Zeit verschöbe. Ueberdies haben mir die Hygrometer, welche ich von Zeit zu Zeit hatte, mehrere Gegenstände in der Hygrologie und Meteorologie gezeigt, als ich werde verfolgen können. Daher habe ich

meine Arbeiten über die Hygrometrie unterbrochen, um desto eher die ersten Resultate meiner Beobachtungen bekannt zu machen: und ob ich gleich meinen Plan verändert habe; so hoffe ich dennoch, durch Herausgabe dieses Werks, fast denselben Zweck zu erreichen.

---

Zwey-

Digitized by Google

# Zweyte Abtheilung.

## Von den Dünsten, als eine Klasse ausdehnbarer Flüssigkeiten betrachtet.

---

### Erstes Kapitel.

#### Auszeichnender Charakter der Dünste, in Vergleichung mit den luftförmigen Flüssigkeiten.

§. 99.

Das lange Studium der wässerigten Dünste und ihrer Modifikationen, hat mich allmählig dahin gebracht, die ausdehnbaren Flüssigkeiten, unter verschiedenen Verhältnissen, welche bey den gewöhnlichen Beobachtungen entwischen, zu betrachten. Bey Bildung dieser Dünste entsteht ein Fluidum, das sich, wie die Luft, dem Auge entzieht, wie diese, mechanisch wirket, durch seine besondern Eigenschaften aber in seine ersten Elemente zurückgeht. Nachdem es also unsichtbar und unfühlbar, wie ein von der Luft verschiedenes Fluidum gewesen ist, erscheinen seine Bestandtheile wieder. Es ist erstlich eine blos schwere Substanz, fühlbar und sichtbar, nämlich das Wasser: hernach eine bekannte Flüssigkeit, deren ausdehnende Kraft größer ist, als die des zersezten Fluidums; die sich durch die Wärme fühlbar macht, und die hernach allein in der



Digitized by Google

Luft, die sie ausdehnt, den Raum, den hier der Wasserdunst füllte, einnimmt. Dies ist ein kurzer Blick auf die verschiedenen Modifikationen der atmosphärischen Flüssigkeiten, der mir gleich anfangs ein Gegenstand der größten Aufmerksamkeit schien.

## §. 100.

Nach diesen ersten Ideen entdeckte ich den Fehler der Hypothese von Leibnitz, über die Ursache der Veränderungen des stillstehenden Barometers. Er sah erst das in der Luft schwebende Wasser an, als ob es dieselbe mit seinem ganzen Gewichte beschwere: hernach verfolgt er es bey seinem Fall, und sah, daß es nicht mehr wog, als ein ähnliches Volumen der Luft. Er nahm also an, daß die ersten Tropfen, welche den Regen bildeten, sehr hoch, und also einige Zeit vor dem Regen fallen könnten, und schrieb das Sinken des Barometers ihrem Falle zu. Er führte zum Beyspiel einen leichten und schweren Körper an, die an einen Faden vereiniget und zusammen in eine Flüssigkeit getaucht wurden, wo sie aufgehängt blieben, wobey das Gefäß auf einer Wagschaale stünde; und fügt hinzu: daß in dem Augenblicke, da man den Faden abschnitte, und ehe der schwere Körper den Boden des Gefäßes berühre, die Wage nach der andern Seite den Ausschlag geben würde; welches auch geschieht. Ich zeigte aber erst, daß der vorgelegte Fall mit dem, den er beweisen soll nicht analog wäre; daß seine Hypothese nur den Druck jeder Säule auf ihre Basis betraf, und den Fall voraussezte, daß der leichte nun von dem schweren getrennte Körper dennoch eingetaucht bliebe; in welchem Falle ich bewies, daß das Sinken des schweren Körpers, in dem Druck der Säule auf ihre Basis nichts ändern würde. Hernach wandte ich dieses Beyspiel auf das

Fallen

Digitized by Google

Fallen des Regens an, verglich das Feuer mit dem leichten Körper, das in der Luft bleibt und sie ausdehnt, und zeigte: daß dieses Fallen nichts im Gewicht der Säulen auf ihre Basis änderte. Wie also die Hypothese ohne Grund war: so bewies ich ferner, daß, wenn man sie auch annähme, sie doch nicht die Phänomene erklärte. (Unters. über die Modifikation der Atmosphäre. §. 166. u f.).

## §. 101.

Ich prüfte daher die meisten meteorologischen Hypothesen, indem ich sie mit den Phänomenen der wässerigten Dünste verglich, und mit dem, was ich daraus auf ihre Natur und Modifikationen geschlossen hatte. Da ich nun bey diesen Prüfungen immer mit den Verhältnissen dieser Dünste gegen die Luft, ihren Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten beschäfftigt war; so konnte ich nicht umhin, zuweilen daran zu zweifeln, daß die Luft eine einfache Substanz wäre; indem mir viele von ihren Phänomenen durch einfache mechanische Wirkungen eines ausdehnbaren Fluidums unerklärlich schienen.

## §. 102.

Ich war daher schon vorbereitet, alles was die ersten Versuche des D. Priestley, uns über die verschiedenen Luftarten, ihre Zusammensetzungen und Zerlegungen lehrten, begierig aufzunehmen, und mit größter Aufmerksamkeit zu untersuchen: und diese Phänomene schienen mir seitdem eine Stuffenleiter zu seyn, um in der Reihe der physischen Wirkungsmittel aufzusteigen. Ein Umstand, der mich bey diesen Versuchen noch rührte, war, daß sich die Hitze, es sey freywillig oder auf die Substanzen angewandt, dabey immer im Spiele fand: und da ich schon lange gewohnt war, das Feuer, als eine

Digitized by Google

eine ausdehnbare Flüssigkeit, ein unmittelbares Wirkungsmittel der Wärme, das aber noch mehrere Zusammensetzungen bildete, anzusehen; so glaubte ich in diesen Versuchen, den Eingang zu den großen Entdeckungen über die atmosphärischen Flüssigkeiten anzutreffen. Das Licht sogar schien in manchen Phänomenen als eine Substanz, welche chemische Verwandschaften äußert, zu wirken; ich sahe ein, daß die ganze Chemie bisher nur eine empirische Wissenschaft sey; daß man darinn von Ursachen rede, ohne eine zu kennen; und, daß die wichtigsten Bestandtheile, bey Untersuchung der Substanzen durch chemische Zergliederung, unsern Vorgängern entwischt wären. Aus der Summe der Thatsachen (die sich auf dieser neuen Bahn so schnell vermehrt haben) und meinen eignen Untersuchungen, sind bey mir die allgemeinen Ideen entstanden, die ich jezt vortragen will.

§ 103.

Unter allen ausdehnbaren Flüssigkeiten, die wir unmittelbar durch unsre Organe wahrnehmen können, ist das Licht, in seinen verschiedenen Klassen von Theilchen betrachtet, vermuthlich die einzige, welche wirklich elementarisch ist; d. h. deren Theilchen durch physische Ursachen unveränderlich sind. Alle andre sind zusammengesezt, die ohne Aufhören entstehen und untergehen, und die meisten physischen Phänomene sind an diese Zusammensetzungen und Zersetzungen gebunden.

§. 104.

Diese Flüssigkeiten sind es, welche ich überhaupt atmosphärische nenne: ihr auszeichnender Charakter ist, daß sie zur Erde fallen, welches nach der Erklärung, die ich anfangs bey diesen Flüssigkeiten gab, bedeutet;
daß

Digitized by Google

daß die Geschwindigkeit ihres Falles zur Erde, ein merkliches Verhältniß, mit der Geschwindigkeit ihrer eignen Bewegung hat: daher bleiben sie an der Erde, und bilden ihre Atmosphäre. Diejenigen von diesen Flüssigkeiten, welche weder durch das Quecksilber, noch durch das Glas dringen, und daher die Barometersäule nur von außen drücken, sind die groben atmosphärischen Flüssigkeiten, bilden das bekannte Gewicht der Säulen der Atmosphäre, und können sogar gewogen werden. Es giebt aber noch andre, weit zartere atmosphärische Flüssigkeiten, so wie z. E. das Feuer und die elektrische Materie, deren Gewicht uns noch nicht bekannt ist; theils weil es unsern feinsten Wagen entschlüpft, theils weil es durch andre Ursachen der Bewegung verhüllt ist, die sich in diesen Flüssigkeiten selbst finden.

## §. 105.

Das Licht ist nicht nur die einzige unter den ausdehnbaren Flüssigkeiten, welche wir untersuchen können, die unveränderlich ist; sondern auch die einzige Flüssigkeit, die nicht atmosphärisch ist: dies rührt von der ausnehmenden Geschwindigkeit der Bewegung seiner Theilchen her, mit der die Geschwindigkeit ihres Falles zur Erde, in keinem merklichen Verhältnisse steht. Sie gehen also bey großen Körpern vorbey, ohne daß ihr Weg dadurch merklich gebogen würde, und bewegen sich in grader Linie fort. Sie sind aber sehr mannigfaltigen und kräftigen Verwandschaften unterworfen, wodurch sie, wie jede andre Substanz gebunden werden können.

## §. 106.

Aus dieser erstaunlichen Geschwindigkeit des Lichts, wovon uns die Astronomen noch keinesweges eine bestimmte

stimmte Idee gegeben haben, folgt ferner, daß in einer großen Anzahl seiner Zusammensetzungen durch die Verwandschaft mit andern Körpern, seine Theilchen nicht aufhören sich zu bewegen: ihr Lauf wird nur gehemmt, und durch die Veränderung der Form in ihren Gruppen, wiederfährt es den meisten, daß sie, statt durch die mechanische Ursache ihrer Bewegung, sich in grader Linie fort zu bewegen, ohne Aufhören die Richtung in ihrem Laufe ändern; aber auf verschiedene Weise in den verschiedenen Gattungen, und also unterschiedene krumme Linien durchlaufen; welches großentheils zur Verschiedenheit ihrer Phänomene beyträgt.

## §. 107.

Die Hauptquelle des Lichts für die Erde in ihrem gegenwärtigen Zustande, ist die Sonne; und durch diese Substanz wird alles auf ihr in Bewegung erhalten. Die Erde und ihre Atmosphäre nehmen unaufhörlich in irgend einem ihrer Theile, eine neue Menge Licht auf, und geben zugleich davon einen Antheil dem Raume ab: das Uebrige behalten sie eine Zeitlang, indem es sich durch Verwandschaften mit andern Substanzen verbindet, und nur erst in den phosphorischen Phänomenen von jeder Art, wieder erscheint. Das Licht macht in diesem verborgenen Zustande, einen Bestandtheil der meisten in die Sinne fallenden Substanzen aus, und die atmosphärischen Flüssigkeiten insbesondre, verdanken ihm unmittelbar oder mittelbar ihre Ausdehnbarkeit, oder die Bewegung ihrer Theilchen: sie verdanken sie ihm unmittelbar, wenn es in ihre Zusammensetzung als einfaches Licht eingeht, und sie sich also nicht, ohne phosphorisch zu werden, zersetzen können: mittelbar, wenn einer von diesen ersten zusammengesezten Körpern des Lichts, hernach als Bestandtheil in die Zusammen-

setzung

setzung eines groben atmosphärischen Fluidums eingeht. Es kann sich also zutragen (und dies ist der gewöhnlichste Fall) daß sich diese Flüssigkeiten zersetzen, ohne phosphorisch zu werden; indem sie alsdann nur ein ausdehnbares Fluidum als sie selbst waren, entweichen lassen.

§. 108.

Da alle atmosphärische Flüssigkeiten also zusammengesezte sind, und ihre Ausdehnbarkeit von einem ihrer Bestandtheile herrührt; so will ich diesen, durch einen Ausdruck, der uns an seine Natur erinnern wird, bezeichnen, und ihn fortleitendes (deferent) Fluidum*) nennen, und blos schwere Substanzen, die anderen Bestandtheile dieser zusammengesezten Körper heißen, die ihre ausdehnende Kraft, nur durch Verbindung mit der andern Substanz besitzen. So wird das Feuer das fortleitende Fluidum der wässerigten Dämpfe, und das Wasser ihre blos schwere Substanz seyn.

§. 109.

Alle ausdehnbare Flüssigkeiten, welche unsern Versuchen unterworfen sind, das Licht noch ausgenommen, haben also ein unmittelbares fortleitendes Fluidum, und eine oder mehrere bloß schwere Substanzen; es giebt aber unter diesen Flüssigkeiten sehr deutlich charakterisirte Unterschiede, nach denen ich sie in zwo Klassen abtheilen will, unter dem Namen der Dünste und der luftförmigen Flüssigkeiten: ihre unterscheidenden Kennzeichen sind folgende.

§. 110.

*) Ich wußte im Deutschen keinen passendern Ausdruck zu treffen. H. De Lüc sagte, er würde es fluide vecteur genannt haben, wenn man nicht dabey an den Radius Vector gedacht hätte.

Digitized by Google

§. 110.

Erster Unterschied: die luftförmigen Flüssigkeiten können jeden bekannten Grad des Drucks ohne sich zu zersetzen, aushalten: da die Dünste sich zersetzen, wenn sie einen zu großen Druck leiden; indem bey ihnen die Theilchen der bloß schweren Substanz, sich zu nahe kommen, vereinigen, und das fortleitende Fluidum verlassen, welches entweicht, und sodann seine eignen Wirkungen hervorbringt. Bey den wässerigten Dünsten, sind es, wie ich oben gezeigt habe, die Wassertheile, welche sich in diesem Falle vereinigen, und ihr fortleitendes Fluidum, das Feuer, zeigt sich durch die Phänomene der Wärme.

§. 111.

Zweyter Unterschied. Da die luftförmigen Flüssigkeiten dennoch Mischungen, wie die Dünste sind; so sind sie wie diese den Zersetzungen unterworfen; sie erleiden sie aber nur dann, wenn zwischen ihrer bloß schweren, und einer andern Substanz sich eine Verwandschaft äußert, welche die Verwandschaft der erstern gegen ihr fortleitendes Fluidum übersteigt. Ein luftförmiges Fluidum kann also nicht zersezt werden, wenn es in einem hermetisch versiegelten Gefäße eingeschlossen ist. Die Dünste aber können sich in einem solchen Gefäße zersetzen, weil ihre fortleitende Flüssigkeiten eine Neigung haben zu entweichen, um ein gewisses Gleichgewicht, das den verschiedenen Gattungen eigen ist, wieder herzustellen. Daher zersezten sich die wässerigten Dünste darinn, wenn die Wärme von außen abnimmt: indem das Feuer das Wasser verläßt, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzustellen.

§. 112.

Digitized by Google

§. 112.

Dritter Unterschied. Wenn die luftförmigen Flüssigkeiten einmal gebildet sind; so ist ihre Zusammensetzung bestimmt: sie können zwar einen ihrer Bestandtheile verlieren und neue bekommen, und dadurch ihre Natur ändern; dies geschieht aber nur durch Dazwischenkunft einer andern Substanz, und nicht aus einem größern oder geringern Uebermaaße an denselben Bestandtheilen, woraus sie gebildet sind. Bey den Dünsten aber ist das Verhältniß der respektiven Mengen derselben Bestandtheile sehr abwechselnd: es hängt von ihrem comparativen Ueberfluß ab. Und da ihre ausdehnende Kraft von ihrem fortleitenden Fluidum herrührt, so wird sie, bey übrigens gleichen Umständen, größer, wenn dies Fluidum verhältnißmäßig in größerer Menge zugegen ist.

§. 113.

Diese drey auszeichnenden Charaktere der Dünste in Vergleichung mit den luftförmigen Flüssigkeiten, rühren von einerley Ursache her; nämlich von der schwachen Verbindung ihrer bloß schweren Substanz, mit ihrem fortleitenden Fluidum. Daher kömmt es, daß diese lezte Substanz die andre verlassen kann, bloß durch den Hang den ihre Theilchen zu einander haben, wenn sie auf eine gewisse Nähe kommen. Aus derselben Ursache rührt es auch her, daß das fortleitende Fluidum seinerseits, die bloß schwere Substanz verlassen kann, um gewisse, es betreffende Gleichgewichte herzustellen. Aus derselben Ursache endlich entspringt es, daß ein grösseres Uebermaaß des fortleitenden Fluidums, derselben Menge von der bloß schweren Substanz, mehr ausdehnende Kraft giebt: entweder, weil dadurch eine geringere verhältnißmäßige Menge derselben, in jedem Theil-

chen des Dunstes bewirkt wird; wodurch die Geschwindigkeit der Theilchen des fortleitenden Fluidums weniger vermindert wird: oder weil mehr fortleitendes Fluidum frey ist, und sich der Theilchen der bloß schweren Substanz bemächtigen kann, die sich in jedem Augenblick bey hinlänglicher Nähe vereiniget hätten.

§. 114.

Ich nenne diese Klasse von ausdehnbaren Flüssigkeiten, welche durch die drey obigen Modifikationen unterschieden ist, Dünste, und ich gebe ihr diesen Namen, weil es eben die Charaktere sind, die ich bey den wässerigten Dünsten gezeigt habe, und weil sie andern bekannten Flüssigkeiten, wovon ich reden werde, zukommen.

## Zweytes Kapitel.

## Vom Feuer.

---

### Erster Abschnitt.

### Von den Substanzen, welche man nur durch die Phänomene kennt, die sie hervorbringen.

§. 115.

Nach der Erklärung, die ich von der Klasse der Dünste gegeben habe, rechne ich darunter zuerst, das allgemeinste und thätigste unter den unmittelbaren physischen Wirkungsmitteln auf unserm Erdball, nämlich das Feuer. Diese Flüssigkeit ist kein Element, keine unzerstör=

Digitized by Google

zerstörbare Substanz: es ist aus dem Lichte, als seiner fortleitenden Flüssigkeit, und aus einer bloß schweren Substanz zusammengesezt; die sich von dem Licht durch bloßen Druck losmacht; und wovon das Licht auf seiner Seite sich auch frey macht, um ein gewisses Gleichgewicht herzustellen, und der es mehr ausdehnende Kraft giebt, wenn es in mehrerm Ueberflusse zugegen ist. Wegen dieser drey Modifikationen des Feuers, wovon ich Beweise geben werde, sezte ich dies Fluidum in die Klasse der Dünste.

## §. 116.

Ich werde Feuermaterie diejenige Substanz heissen, welche mit dem Licht das Feuer ausmacht. Diese Substanz ist mir, als von dem Lichte abgesondert, und allein existirend, unbekannt; dies ist aber der Fall mit so vielen andern angenommenen Substanzen, daß daraus kein Einwurf gegen ihre Existenz erwächst, wenn die Phänomene sie bezeugen. Fast alle Substanzen, die wir unmittelbar kennen, sind nur Mischungen, deren kleinste Bestandtheile nie isolirt erscheinen; so daß wir diese Bestandtheile nur aus den Modifikationen, welche dadurch in bekannten Substanzen entstehen, kennen. Da dies ein Grundsatz ist, auf den ich mich bey andern Gelegenheiten berufen werde; so will ich ihn durch Beyspiele beweisen.

## §. 117.

Die wässerigten Dünste zeigen sich nicht durch sich selbst, so lange sie existiren; und aus diesem Grunde verkannte man sie in der Atmosphäre. Mit der Luft vermischt, unterscheiden sie sich nicht von ihr; denn sie sind, wie jene, durchsichtig; und daher wird man sie gleichfalls nur wie jene durch ihren Widerstand, beym

Zusammendrücken, gewahr. Im luftleeren Raum, würden wir sie für eine luftförmige Flüssigkeit halten, wenn wir nur nach ihren mechanischen Wirkungen urtheilten, ohne sie der chemischen Zerlegung zu unterwerfen.

§. 118.

Wir wissen also nur, daß wässerigte Dünste da sind, indem wir ihre mechanischen Wirkungen, wenn sie sich bilden, beobachten, oder die Luft der sie beygemischt sind, der Zerlegung unterwerfen. Eben so hat bey ihrer Entstehung, in einem luftvollen oder luftleeren Raume, wo aber das Hereinbringen jeder groben ausdehnbaren Flüssigkeit, sich durch Vermehrung des Drucks zu erkennen giebt, diese Vermehrung Statt, und das Manometer zeigt es an. Wenn wir darauf suchen, was die specifische Schwere der neuen hereingebrachten Flüssigkeit sey, so finden wir sie um die Hälfte kleiner, als die, der gemeinen Luft. Dieses sind die mechanischen Wirkungen, durch die wir uns überzeugen, daß die Luft nur mit einer Flüssigkeit gemischt sey, die von ihr verschieden, obgleich wie sie, ausdehnbar ist. Wenn wir in den Raum, der diese Mischung ausdehnbarer Flüssigkeiten enthält, gewisse Substanzen hineinbringen, welche ihre Menge auf das, was sie vor dem Beytritt des neuen Fluidums war, reduciren: so werden wir durch dieses Phänomen ein neues Mittel erhalten, um die Natur des mit der Luft gemischten Fluidums zu bestimmen. Wenn wir endlich in dem Augenblick, da der Druck an dem Orte durch die Zerstörung dieser ausdehnbaren Flüssigkeit vermindert ist, bemerken werden, daß die Wärme zunimmt; so können wir daraus mit größter Wahrscheinlichkeit schließen: daß das Feuer mit irgend einer andern Substanz in diesem Flui-

Fluidum verbunden war, und daß von ihm seine Ausdehnbarkeit herrührte: denn es wird noch in der Luft den Raum, den daselbst das andre Fluidum inne hatte, einnehmen, bis es durch die Wände des Gefässes entwichen ist.

§. 119.

In diesem Falle wird man ohne Zweifel, durch die Vermehrung des Gewichts an der hygroskopischen Substanz, welche die Wasserdünste zerlegte, einsehen, daß noch eine andre Substanz mit dem Feuer verbunden war. Wir könnten aber auch noch nicht dieses Symptom beobachtet haben, wir könnten selbst nicht wissen, daß diese mit dem Feuer verbundene Substanz, das Wasser wäre: und es würde eben so vernünftig seyn, aus andern Umständen zu schließen; daß in diesem Raum, ein von der Luft verschiedenes ausdehnbares Fluidum existirte, welches nicht das Feuer wäre, wovon aber das Feuer einen Theil ausmachte, indem es sich hier mit einer andern unbekannten Substanz verbunden befände, die es verhinderte, Wärme hervorzubringen. Dieses ist der einzige Gang, den wir bey Untersuchung der successiven Verbindung von Wirkungen mit den Ursachen, befolgen können. Denn ausser einigen unmittelbaren Phänomenen, wo wir sowohl die vorkommenden Substanzen als die Natur ihrer gegenseitigen Wirkung gewahr werden; entziehen sich die meisten dieser Umstände bey den Phänomenen, allmählig unsern Sinnen; und der Physiker muß die Verbindung der Wirkungen mit den Ursachen, durch die Augen des Verstandes verfolgen.

§. 120.

Was ist z. B. das Wasser, diese so allgemein verbreitete, und zu so vielfachem Nutzen angewandte Sub-

stanz, auf unserm Erdball; die, vor noch nicht fünf Jahren, für ein Element, gehalten wurde? Unbezweifelte, für die Physik in mehrerer Rücksicht äußerst wichtige, Versuche, haben uns belehrt, daß diese so gut bestimmte Substanz, und welche wir doch wenigstens als ein Element, zu kennen rechneten, dennoch aus zwoen Substanzen zusammengesezt sey; welche, isolirt, unbestimmbar sind, und wovon wir nur soviel gewiß wissen, daß eine, die merklich schwere Substanz der dephlogistisirten Luft, und die andre, die der brennbaren Luft sey; und daß etwas mehr von der ersten, oder weniger von der leztern, den charakterisirendsten Unterschied zwischen einem metallischen Kalke, und seinem Metalle ausmache. Wie weit sind wir nun also, um die Natur dieses vorgeblichen Elements zu bestimmen? bey der Vereinigung zwoer Substanzen, die uns als isolirt existirend, unbekannt sind, und deren innere Natur uns also bis jezt gänzlich unerforscht ist.

§. 121.

Diesen Substanzen kann man ohne Zweifel gleichsam auf dem Fuße nachfolgen, durch das Gewicht, was die Zusammengesezten erhalten oder verlieren, mit denen sie sich verbinden, oder von denen sie sich trennen. Ob es gleich wahr ist, daß man in der Chemie immer mit der Wage in der Hand fortgehen müsse; so ist es nicht weniger wahr, daß man bald würde aufgehalten werden, wenn man an das Daseyn gewisser, auch sonst schon merkbarer Substanzen nur dann erst glauben wollte, wenn die Wage sie sichtbar macht. Das Licht z. B. als eine von den meisten Physikern betrachtete Substanz, hat wohl ohne Zweifel sein Gewicht, aber welche Wage wird es anzeigen? Die Gerüche, die unbezweifelt von gewissen Körpern, und wahrscheinlich durch ein fortleitendes

des Fluidum, losgerissene Theilchen sind, haben kein merkliches Gewicht. Und wenn wir eines von den großen Phänomenen der Chemie betrachten, das Sauerseyn, (acidité) so werden wir große Schwierigkeit haben, die Substanzen, welche es hervorbringen, zu bestimmen, und ihnen ein Gewicht anzugeben. Die Phänomene des Sauerseyns, sind durch gewisse Charaktere ausgezeichnet; wir sehen, daß sie auf Flüssigkeiten und ausdehnbare Fluida wirken: aber nach diesen Phänomenen allein, beurtheilen wir das Daseyn gewisser Substanzen, oder gewisser Verbindungen zwischen den Substanzen, die wir Säuren nennen; und je mehr Fortschritte die Chemie gemacht hat, desto weniger ist man im Stande gewesen, zu bestimmen oder nur zu entdecken, was die einfachen Bestandtheile sind, welche allein oder vereinigt, dies Phänomen hervorbringen.

## §. 122.

Es ist also ausgemacht, daß, sobald wir in unserer Zerlegung bis auf die innern Bestandtheile der Substanzen gehen, das Licht allein, in seinem isolirten Zustande unterscheidbar übrig bleibt, und zwar in soweit es augenblicklich unser Gesichtsorgan rührt. Alle andre Grundbestandtheile entwischen uns, und wir werden sie nur durch die Modifikationen, die sie in den schon merklichen Substanzen hervorbringen, entdecken; aus denen wir um so sichrer urtheilen können, daß es gewisse Substanzen gäbe, als sie andern, durch schon bekannte Substanzen hervorgebrachten Modifikationen analog sind.

## §. 123.

Vermittelst der Analogie kann ich also über die Natur des Feuers urtheilen, und ich erkenne in seiner

Zusammensetzung, das Licht als fortleitnedes Fluidum mit einer andern Substanz verbunden, welche es modificirt. Ich kehre jezt zu dieser Flüssigkeit zurücke, und zu seinen Analogieen mit den wässerigten Dünsten.

## Zweyter Abschnitt.

### Von der Natur des Feuers.

§. 124.

Das Feuer ist eine von den einfachsten Zusammensetzungen des Lichts, welches durch jenes vorzüglich in die Zusammensetzungen fast aller Substanzen eingeht. Das Licht ist in dem Feuer mit einer andern Substanz verbunden, durch welche es unfähig wird, sein auszeichnendes Vermögen, Helligkeit hervorzubringen, zu äußern; mit der es aber unter andern, ein neues sehr auszeichnendes Phänomen, die Wärme erzeugt.

§. 125.

Ich glaube, daß das Feuer auf diese Art zusammengesezt sey, wegen einiger von seinen Phänomenen, welche denen bey den Wasserdünsten, die diese durch eine gleichartige Zusammensetzung erzeugen, analog sind. Hier ist erst eine von diesen Analogieen: Wenn man die Höhlen eines Schwamms mit Wasserdünsten füllte, indem man ihn angefeuchtet, der Hitze des siedenden Wassers aussezte, und ihn in diesem Zustande einen starken Druck ausstehen ließe; so würde man, durch heftiges Vertreiben der Dünste, das fortleitende Fluidum von einigen ihrer Theilchen befreyen; das würde sich sofort durch Vermehrung der Wärme offenbaren, als einer

einer auszeichnenden Wirkung des **Feuers**: und zu gleicher Zeit, würde der nicht zersezte Theil der **Dämpfe** mit Eilfertigkeit fortgehen, welches man durch die Verdrängung der Luft wahrnähme.

§. 126.

Man kann das **Feuer** einer genau analogen Probe unterwerfen; d. h. wenn man es zwingt, schleunig aus einem Körper zu gehen, so wird sich ein Theil zersetzen, der sein **fortleitendes Fluidum**, das **Licht** sehen lassen wird; zugleich wird ein andrer nicht zersezter Theil, die **Luft** durch Ausdehnung verdrängen, und sich am Thermometer zu erkennen geben. Hiezu ist hinlänglich, einen eisernen Stab ohne zu glüen, zu erwärmen, und ihn sodann schnell rund herum zu schmieden. Er wird sehr bald durch das **Glüendwerden leuchten**, und zugleich um sich herum Wärme hervorbringen. Diese unterschiedenen Phänomene des **Leuchtens** und der **Wärme**, werden nicht durch einerley Fluidum erzeugt. Das erste ist die besondre Wirkung des **Lichts**, das sich mit Heftigkeit in den Raum ausbreitet; das andre ist die Wirkung des **Feuers**, das sich langsam fortpflanzt. Das **Licht** wurde befreyt, durch die Zersetzung von einem Theile des **Feuers**; so wie das **Feuer** in dem Beyspiele der **Wasserdämpfe**, durch Zersetzung eines Theils der **Dämpfe**; und die entstandene **Wärme**, ist die Wirkung des **Feuers**, das ohne zersezt zu werden, entwichen ist.

§. 127.

Bey dem **Feuer** also, wie bey allen **zusammengesezten Körpern** verlieren die Bestandtheile das Vermögen, ihre auszeichnenden Eigenschaften zu äußern; dies ist eine von den Ursachen, warum die **Feuermaterie** uns noch unbekannt ist; denn wenn sie in einem

Zustande existirt, da wir sie unterscheiden könnten, so würden wir sie im Feuer nicht wieder erkennen, wo sie ihre eignen Eigenschaften nicht mehr ausüben kann. Das Licht, welches seinen andern Bestandtheil ausmacht, wird man darinn eben so wenig gewahr, so lang es als Feuer existirt, in welchem Zustande dieses auch sey; d. h. es mag freyes Feuer seyn, und alsdann Wärme hervorbringen, oder verbundenes (verborgenes) Feuer, in welchem Zustande es selbst die Aeußerung seiner besondern Eigenschaften verloren hat.

## §. 128.

Das Feuer gehört zu der Klasse der Dünste, weil es eine Größte Dichtigkeit hat, über welche hinaus, sich ein Theil davon zersezt. Dieses Größte ist das Glüen, und alsdann nur bringt das Feuer phosphorische Phänomene hervor. Wir können also daraus, aus Analogie mit den wässerigten Dünsten, schließen, daß diese Zersetzung entstehe, wenn die Feuertheilchen einander so nahe gekommen sind, daß die Theilchen der Feuermaterie sich wieder vereinigen, und das Licht verlassen, bis die nöthige Entfernung zur Erhaltung der Feuertheilchen wieder hergestellt ist.

## §. 129.

Durch dieses Größte in der Dichtigkeit des Feuers, wird die Wärme unsrer Oefen eingeschränkt; so wie es auch die mechanische Wirkung der wässerigten Dämpfe bey jeder Temperatur ist. Wenn das Glüen aufs Höchste gestiegen ist; d. h. wenn die Zersetzung des Feuers sich auf alle Klassen der Lichttheilchen erstreckt, und das Glüen also wirklich zum Weißglüen gekommen, so ist das Feuer auf seiner höchsten Stufe, und seine einfachen Wirkungen haben alle mögliche Intensität erreicht, wenn

wenn die seiner Kraft ausgesezten Substanzen, sie ganz aushalten.

§. 130.

Ich verstehe hier unter Ofenwärme, die bloße Kraft, welche hier das Feuer ausübt; woraus drey vorzügliche Wirkungen entspringen: 1) die Ausdehnung der Substanzen, die ihm ausgesezt sind. 2) die Verwandlung vieler fester Körper in flüssige, oder das einfache Schmelzen 3) die Verdampfung einiger durch das bloße Uebermaaß an Feuer. Ich rechne also nicht unter die Zahl der einfachen Wirkungen des Feuers, das durch Verwandschaft beförderte Schmelzen. In dem einfachen Schmelzen, muß die geschmolzene Substanz, indem sie ihren Ueberschuß an Wärme verliert, ihre vorige Gestalt wieder annehmen. Sobald sie also alsdann in einer neuen Gestalt erscheint; so ist dies ein Beweis, daß das Flüssigwerden, keine einfache Wirkung des Feuers, sondern durch Verwandschaften unterstüzt war. Dies ist z. B. die Wirkung der sogenannten Flüsse; wenigstens sobald sie ein Schmelzen verursachen, das ohne sie nicht würde erfolgt seyn, und wenn nach dem Kaltwerden neue Substanzen entstehen. Die einfache Verdampfung hat dasselbe Kennzeichen: ein Dampf, der bloß durch ein gewisses Uebermaaß an Feuer erzeugt ist, verwandelt sich, durch das alleinige Erkalten, in dieselbe Substanz, welche durch ihre Verbindung mit demselben die Ausdehnbarkeit erlangt hatte.

§. 131.

Die Phänomene der großen Brenngläser, welche anfangs durch einen größern Grad der Wärme, als der unserer Oefen, hervorgebracht zu seyn scheinen, sind von den eben, als einfachen Wirkungen des Feuers beschrie-

schriebenen, sehr verschieden. Die Verändrung des Zustandes der Substanzen, welche in ihrem Brennpunkte in Fluß kommen, worüber uns D. Priestley sehr wichtige Nachrichten gegeben hat, ist ein Beweis, daß das Schmelzen nicht einfach war. Jede Substanz, die in unsern Oefen Widerstand that, in den Brennpunkten aber in Fluß kam, bezeugt durch ihren Zustand, nach dem Kaltwerden, die Veränderungen, welche sie durch die Verwandschaften erlitten hat. Ob also gleich die concentrirten Sonnenstrahlen hier aufs neue vermuthlich Feuer hervorbringen, und die Luft davon befreyen; so rührt dennoch der Unterschied in den Wirkungen dieses Brennpunkts von den Oefen, nicht von einer größern Dichtigkeit dieses Feuers her, sondern von den Verwandschaften: und das Licht, als Substanz, die dergleichen ausübt, spielt vermuthlich dabey eine vorzügliche Rolle.

§. 132.

Ich habe schon in meinem Werke über die Geologie einige Gründe angeführt, warum ich glaube, daß die Sonnenstrahlen nicht an und für sich warm machend, sondern nur phosphorisch sind. Dies ist ein Gegenstand, den ich in dem Werke, dessen Herausgabe ich verschiebe, weitläuftiger, sowohl synthetisch als analytisch behandle; indem ich den Einfluß der Sonnenstrahlen auf unsern Erdball, für den wichtigsten Gegenstand unserer hiesigen Physik halte. Ich bin noch weit entfernt, ihn auf eine mir selbst genugthuende Weise behandeln zu können, ich kann aber vielleicht dadurch bey einigen Ideen erregen, welche besser als ich, die Schlüsse daraus verfolgen können.

§. 133.

## §. 133.

Unter den Phänomenen, welche zugleich mit beweisen, daß die Wärme, welche durch die Sonnenstrahlen erzeugt wird, nicht unmittelbar von ihnen herrührt; d. h. daß sie kein Feuer sind, finden sich auffallende Unterschiede der Wärme, an demselben Ort zu derselben Jahrszeit, und an verschiedenen Oertern bey derselben Breite, welche nicht statt haben könnten, wenn die Sonnenstrahlen unmittelbar Wärme erzeugten. Sobald aber das Licht, nicht Feuer ist, obgleich das Feuer es enthält; sobald es, um Feuer zu werden, sich noch mit einer andern Substanz verbinden muß; so sieht man, woher eine so allgemeine Beziehung der Wärme auf die Jahrszeiten und Breiten entspringt, ohne daß jedoch diese Beziehung auch nur beynahe regelmäßig sey. Denn die Intensität der Wärme hängt noch von der Menge einer gewissen Substanz ab, mit der die Sonnenstrahlen sich verbinden müssen, welche Menge an demselben Orte abwechselnd, und bey verschiedenen Oertern derselben Breite wegen Unterschied des Bodens beständig verschieden seyn kann.

## §. 134.

Die Sonnenstrahlen bringen Wärme auf eine doppelte unterschiedene Weise hervor: erstlich, indem sie die Ausdehnbarkeit des schon vorhandenen Feuers vermehren, und dann, indem sie aufs neue Feuer bilden. Hierauf leiten die Phänomene des Feuers, durch Analogie mit denen bey den Wasserdünsten. Der allgemeine Charakter der Dünste ist, eine schwache Verbindung ihres fortleitenden Fluidums mit ihrer bloß schweren Substanz: hieraus entsteht, daß ohne andre Ursache, als die verhältnißmässigen Unterscheide des fortleiten-

leitenden Fluidums an einem Orte, dieselbe Menge von bloß schwerer Substanz, in Dunstgestalt, eine größre ausdehnende Kraft ausübt. (§. 109). So wird z. B. dieselbe Menge Wasser in Dünsten, in demselben Raume, mehr ausdehnende Kraft ausüben, wenn mehr Feuer, als wenn weniger, da ist. Dies ist also eine von den Wirkungen der Sonnenstrahlen die Wärme zu vermehren, nämlich die ausdehnende Kraft des Feuers.

## §. 135

Es fließt ferner aus der Natur der Dünste, daß, wenn sich in einem Raum, eine Menge von bloß schwerer Substanz eines gewissen Dunstes befindet, die noch nicht mit dem fortleitenden Fluidum von ihrer Art verbunden ist; es mag nun diese überflüssige Menge frey oder mit einer Substanz so verbunden seyn, daß jedoch das fortleitende Fluidum sie davon trennen kann, so werden, wenn man eine neue Menge von fortleitendem Fluidum in den Raum bringt, neue Dünste entstehen. Wenn sich also an einem Orte Wasser, das noch nicht in Dünste verwandelt ist, befindet, es mag nun wirklich da, oder mit einer festen Substanz hygroskopisch verbunden seyn; so bildet, aufs neue hier hineingebrachtes Feuer, neue Wasserdünste. Wenn also die Sonnenstrahlen Feuermaterie in gewissen Verbindungen antreffen, die ihnen erlauben, sich damit zu vereinigen; so werden sie von neuem Feuer hervorbringen, und vermuthlich viele andre gleichzeitige Phänomene, die wir entweder nicht kennen, oder ohne ihre Ursachen zu wissen, beobachten.

## §. 136.

Da ich nicht weiß, wo die Feuermaterie sich aufhält, wenn sie nicht in dem Feuer selbst ist; so will ich in Betracht dieser leztern Vermehrung der Wärme noch hinzusetzen, daß ich sie als diejenige ansehe, welche diese sonst so räthselhaften Unterschiede, der Temperaturen derselben Jahrszeiten an einerley Orte, und der mittlern Temperaturen der Oerter von derselben Breite, hervorbringt. Vermuthlich bilden in der Atmosphäre die Sonnenstrahlen einen Theil des neuen Feuers, welches dasjenige ersetzen muß, was sich unaufhörlich nicht nur bey allen sichtbaren phosphorischen Phänomenen dieses Fluidums, sondern wahrscheinlich bey vielen andern, die wir nicht wahrnehmen können, zerstört. Da aber der Zustand der Atmosphäre an denselben Orten sehr abwechselt; so begreift man leicht, daß diese Veränderungen, auch die Feuermaterie betreffen können; so daß die Wärme, welche von den Sonnenstrahlen entspringt, oft in einer Stunde beträchtliche Veränderungen leidet; vorzüglich aber in der comparativen Temperatur derselben Jahrszeiten.

## §. 137.

Vorzüglich bildet sich dies neue Feuer in den untern Schichten der Atmosphäre, woraus sich das merkwürdige Phänomen der geringen Wärme in den obern Schichten erklärt; ob diese gleich wenigstens eben so sehr wie die untern, von der Summe der einfallenden und zurückgeworfenen Sonnenstrahlen durchstrichen werden. Es folgt aus dieser leztern Bemerkung, daß die, von diesem Phänomen gegebene Erklärung, nämlich die Reflexion des Bodens, nicht gegründet sey. Denn wenn von Zurückwerfung des Lichts die Rede ist, so streicht das Zurückgeworfene so gut durch die obern als

untern

untern Schichten, mit einiger Vermindrung für die ersten; so wie die leztern in Betracht der einfallenden Strahlen das nämliche erlitten haben. Wenn man aber nicht mehr, von dem Lichte selbst redet, sondern von einer Ursache der Wärme, die sich langsam fortpflanzt; so war das Licht selbst also diese Ursache nicht. Die untern Schichten werden beständig von dem Boden verändert, und können also mehr Feuermaterie enthalten, und man begreift auch wohl, daß nach der Natur des Bodens, diese Schichten mehr Feuermaterie in einem Lande als in dem andern besitzen, und daß also, auch bey derselben Breite, verschiedene Länder, sehr verschiedene mittlere Temperaturen haben können.

§. 138.

Von den Unterschieden der Wärme, die aus der Menge der Sonnenstrahlen entstehen, werden die des Tages mit der Nacht, und des Sonnenlichts mit dem Schatten, am wenigsten durch zufällige Verschiedenheiten verändert. Bey Tage ist, außer der abwechselnden Entstehung des neuen Feuers, eine beständige Vermehrung der ausdehnenden Kraft des vorhandenen Feuers, durch Zusatz von neuem Lichte: welche Vermehrung aber doch ihre Gränzen zu haben scheint, d. i. daß, wenn sie bis auf einen gewissen Punkt gekommen ist, das Feuer soviel Licht wieder hergiebt, als es aufnimmt. Des Nachts giebt es allmählig diesen Ueberfluß an Feuer her, und daher rührt es vermuthlich, daß es nie gänzlich Nacht ist, wenn auch der Mond nicht über dem Horizont ist, und dicke Wolken das schwache Licht der Sterne auffangen. Ich habe dies oft, wenn ich des Nachts reisete beobachtet, und konnte mir den Grad der Helligkeit, den ich noch auf dem Wege fand, nicht erklären.

§ 139.

Dieser Zurückgabe des Lichts von dem Feuer, welche man in der Dunkelheit wahrnimmt, schreibe ich zum Theil auch, die phosphorischen Phänomene zu, welche Hr. du Fay, P. Beccaria und Hr. Wilson beobachteten, wobey viele Körper, von jeder Farbe, mit einem weißen Lichte glänzen, wenn sie den Sonnenstrahlen ausgesezt worden. Hr. Wilson hat dabey einen merkwürdigen Versuch gemacht, der mich auf jene Idee brachte. Wenn man weißes Papier, den Sonnenstrahlen aussezt, und in die Dunkelheit bringt; so leuchtet es hier eine Zeit lang. Legt man, ehe es dem Lichte ausgesezt wird, einen heißen Körper darauf, und bringt es in die Dunkelheit, so glänzt die Stelle, worauf jener Körper lag, mit einem lebhaftern Lichte: bringt man jedoch, so lange es so glänzt, von neuem einen warmen Körper daran, so wird der Glanz, statt zuzunehmen, verschwinden. Diese Beobachtungen sind bekannt, ich lasse mich daher nicht weiter darauf ein.

§. 140.

Dieses anfangs so seltsame Phänomen, brachte mich, wie gesagt, auf jene Idee; denn ich fand hier analoge Modifikationen, wie bey den Wasserdünsten. Sezt man der Sonne ein heisseres Papier aus, so ist mehr Feuermaterie da, um das Licht anzuhalten, und es wird also im Dunkeln mehr zurück geben können. Bringt man es aber von neuem in Verbindung mit einem warmen Körper, so sezt sich das Feuer beyder Körper in absolutes Gleichgewicht, und dann erwärmt dieses neue Verfahren das Papier nur, im Dunkeln, wodurch es nicht leuchtend wird.





Digitized by Google

§. 141.

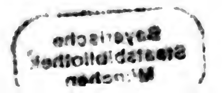
Dies Phänomen kann nur bey Körpern Statt finden, wo sich das Feuer langsam verbreitet; denn bey denen wo das Gegentheil geschieht, dringt das Feuer, welches auf der Oberfläche ausdehnbarer wird, bald in den Körper, und verbreitet sich hier; wodurch dies phosphorische Phänomen, durchaus unmerkbar wird. Auch hat man es noch nie bey Metallen hervorbringen können. Nicht alle Phänomene dieser Klasse rühren wahrscheinlich vom Feuer her: es giebt ohne Zweifel viele andre Substanzen, welche mit dem Licht, diesen Grad der Verwandschaft haben; wodurch es sich damit schwach, wenn es im Ueberfluß da ist, verbindet und sie hernach allmählig in der Dunkelheit verläßt.

§. 142.

Unter den vielen wichtigen Versuchen dieser Art, welche Hr. Wilson angestellt hat, und wovon ich einige zu sehen Gelegenheit hatte, ist eine Klasse, die zu dieser Ursache nicht gezählt werden kann. Ich rede von den calcinirten Austerschaalen, welche im Dunkeln immer mit denselben Farben glänzten; nicht nur, indem sie den ganzen Sonnenstrahlen ausgesezt waren; sondern wenn sie auch von einem durch das Prisma geschiedenen Strahl beleuchtet wurden: mit diesem sehr merkwürdigen Umstande, daß wenn z. B. die Austerschaale schon in die rothe Farbe übergieng, der rothe Strahl am ungünstigsten war, um sie mit dieser Farbe glänzen zu machen.

§. 143.

Hr. Euler triumphirte einen Augenblick über diese Entdeckung, indem er vorgab, daß sie die Theorie von New=



Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

Newton über die Farben umwürfe, und die seinige aufs unerschütterlichste begründete. Seine Hypothese besteht, wie man weiß, in den Schwingungen eines umgebenden Mittels, und der Körpertheilchen: hiedurch glaubt er alle Phänomene des Lichts zu erklären. Er triumphirte aber sehr zur Unzeit, denn ohngeachtet der Erklärung, die er von dem Phänomen zu geben, vorgab; indem er die Körpertheilchen durch die Strahlen, welche eigne, von den ihrigen verschiedene Schwingungen hatten, aus ihrer Ruhe zog, so ist doch ausgemacht geblieben; daß, wenn die Theilchen eigne Schwingungen haben, sie niemals werden kräftiger erschüttert werden, als durch die Schwingungen des Mittels, die mit ihnen im Akkorde seyn werden.

§. 144.

Indeß bleibt die Hypothese von Hr. Euler nunmehr ohne Stütze; denn indem er nur Schwingungen hat, um alle phosphorischen Phänomene hervorzubringen, und nicht auf genugthuende Weise erklären kann, warum die violetten Strahlen größre hervorbrächten, als die rothen, bey Körpern, die sich der rothen Farbe nähern; indem er nicht einmal daran gedacht hat zu erklären, warum diese phosphorischen rothen Körper, bey Tage weiß schienen; so wird seine Hypothese dadurch umgeworfen. Was Newtons System über die Farben betrifft, so erklärte er nur die Phänomene des freyen Lichts, und in Betracht der phosphorischen Phänomene nahm er den Ausfluß dieser Substanz an. Er würde also ohne Zweifel, wie Hr. Wilson, bey Erzählung des obigen Versuchs, gesagt haben: „Diese Austerschaalen scheinen mit einem andern Lichte, als mit dem, was sie getroffen hat."



Digitized by Google

§. 145.

Verkalchte Austerschaalen sind überhaupt zur Zersetzung geneigt; denn wenn man sie der Luft freystellt, so zerfallen sie bald zu Staube. Es giebt Zersetzungen von Substanzen, wodurch Licht, und selbst Licht von gewissen Farben erzeugt wird. Diese phosphorischen Phänomene werden durch verschiedene äußre Umstände unterstüzt. Der Leuchtespat wird z. B. durch die Wärme eines heißen nicht glüenden Eisens leuchtend, und glänzt mit einem blaßgelben Licht. Die Sonnenstrahlen bringen viele Phänomene durch Verwandschaft hervor. Ich glaube also aus diesen Betrachtungen schließen zu können, daß die Sonnenstrahlen, die verkalchten Austerschaalen zu einer phosphorischen Zersetzung vorbereiteten, bey der sie gewisse Klassen von Lichttheilchen fahren ließen; daher sie nach den verschiedenen Umständen der Verkalchung, wie Hr. Wilson in seinem Werke beschrieben hat, mit verschiedenen Farben glänzten.

§. 146.

Ich komme zu den Wirkungen der Sonnenstrahlen auf die Wärme der Körper zurück. Die große Verschiedenheit, die man hier bemerkt, wenn man Körper aus dem Schatten zieht, um sie den Strahlen der Sonne auszusetzen, bewog mich diese Strahlen nicht als unmittelbar warm machend anzunehmen. Denn alle diese verschiedenen Körper, würden, indem sie aus einem kältern Ort, an einen wärmern kommen, gleichfalls ihre Temperatur verändern. Es ist also keine Veränderung von dieser Art, die sie erfahren, wenn sie aus dem Schatten, in die Sonne kommen. Einige Körper werfen den größten Theil des Lichts zurück; als die weißen Körper, die Glasspiegel, und besonders die reine

reine Kugel eines Queckſilberthermometers. Dieſe Körper werden ſehr wenig durch die Sonnenſtrahlen erwärmt. Ich habe in meinem Werke über die Modifikationen der Atmoſphäre Verſuche angeführt, die ich in dieſer Rückſicht mit dem Queckſilberthermometer anſtellte. Wenn mein Thermometer mit iſolirter Kugel, mit dem ich die Temperatur der Luft, bey Höhenmeſſungen durch Barometer, beobachtete, der Sonne ausgeſezt wurde; ſo wich es nicht merklich ab, wenn ich auf ſeine Kugel den Schatten eines kleinen entfernten Körpers fallen ließ. Es nahm alſo bloß an der Wärme, welche die Sonnenſtrahlen in der benachbarten Luft verurſachten, Antheil; welche Wärme nicht einmal durch den Brennpunkt vermehrt wird; ſo lange nur Luft zugegen iſt; weil hier bey mehrerem Lichte, nicht mehrere Feuermaterie da iſt.

### §. 147.

Unter den andern der Sonne ausgeſezten Körpern, erhizten ſich diejenigen am meiſten, in denen das Feuer am leichteſten cirkulirt. Das Feuer auf der Oberfläche, worauf die Strahlen fallen, erlangt mehr ausdehnende Kraft, dehnt ſich aus, und zwingt andres Feuer, auf die Oberfläche zu kommen, wo es ſich eben ſo ausdehnt, und dieſelbe Wirkung erneuert. Der Körper erhizt ſich alſo tief: und wenn er kältere Körper berührt, als die Hand oder das Thermometer; ſo läßt er ſie zwiefach mehr Wärme empfinden, weil ſein Feuer ausgedehnter iſt, und er es ſchneller hergiebt. Daher bekommen, die der Sonne ausgeſezten Metalle, oft eine unerträgliche Hitze.



Digitized by Google

## §. 148.

Endlich giebt es vermuthlich Körper, in denen die Sonnenstrahlen aufs neue Feuer bilden: und vielleicht bilden sie es selbst in allen Körpern, wenn sie im Brennpunkt concentrirt werden. Die vorzüglichste Ursache der Wärme, in diesem Brennpunkt aber, wenn gewisse Substanzen ihm ausgesezt werden, ist vermuthlich die Zersetzung der Luft oder einer besondern Luft, und die des Körpers selbst, welche durch die Verwandschaften des Lichts hervorgebracht wird. Dies ist ein Zweig der Experimental-Physik, der noch am dunkelsten ist; es fehlt uns an gründlicher Kenntniß, um uns in diesem Labyrinth zurechte zu finden: das einzige Mittel wäre noch der Weg, den D. Priestley eingeschlagen ist; indem er diesem Brennpunkte, verschiedene Substanzen, in verschiedenen Luftarten aussezte, und sodann die Substanz und die zurückbleibende Luft untersuchte.

## §. 149.

D. Priestley hatte die Güte, mich Zeuge bey einigen dieser Versuche seyn zu lassen; ich kenne wenige, die wegen ihres Gangs und ihrer Resultate wichtiger wären. Ich bedauerte, daß man sie nicht unter einer mit Eis bekleideten Glocke vornehmen könnte, nach Art des Apparats der H. H. Lavoisier und de la Place, woran ich immer, bey Phänomenen, wo Wärme entsteht, denke. Ich habe auch die Wirkungen des schönen Parkerschen Brennglases gesehen, und der Zustand aller Substanzen, die seinem Brennpunkte ausgesezt wurden, bezeugte, wiewohl flüchtig, daß es nicht auf die Wärme allein ankomme. Von den Wirkungen, die ich mit angesehen habe, ist eine sehr sonderbar. Der Hr. Major Gardner arbeitete mit diesem Glase, und sezte in seinen

nen Brennpunkt kleine Würfel von weiser Magnesie, die in einer Form, wo er sie fest zusammendrückte, gebildet waren. Sie widerstand beträchtlich lange Zeit, der außerordentlichen Wirkung dieses Brennpunkts; hernach nahm sie auf einmal plötzlich an Volumen ab, und blieb so, ohne eine andre sichtliche Veränderung erlitten zu haben. Sehr sonderbar war aber, daß die kleine übrige Masse, welche nicht viel über den sechsten Theil des vorigen Volumens betrug, weiß war und seine Form genau behalten hatte. Der kleine Würfel hatte eben so scharfe Kanten, und fast eben so glatte Flächen, wie der große.

## §. 150.

Ich habe, soviel ich davon einsehe, die Art aus einander gesezt, wie die Sonnenstrahlen, die Wärme auf unserm Erdball erneuern; sie bringen hier nämlich Feuer hervor, und vermehren die ausdehnende Kraft des in einem freyen Zustande vorhandenen Feuers. Vielleicht tragen sie auch, in einigen Fällen dazu bey, Feuer los zu machen; so wie dies Fluidum die hygroskopischen Substanzen, welche Wasser eingesogen haben, Wasserdämpfe hervorbringen läßt; indem sie nämlich eine neue ausdehnende Kraft, dem mit andern Substanzen schwach verbundenen Feuer geben, und ihm also die Freyheit verschaffen. Kurz, es giebt fast keine Modifikationen des Feuers, unter denen die auf seine Zusammensetzung ankommen, welche nicht mit einer von den Modifikationen der Wasserdämpfe verglichen werden könnten, und die es also nicht in die Klasse der Dünste, so wie ich sie beschrieben habe, brächten.

§. 151.

Man muß aber nothwendig bemerken, und dies giebt den Grund von der Ungewißheit einiger Phänomene an, daß das freye Feuer, ein bloß ausdehnbares Fluidum sey, d. h. welches in diesem Zustande, zu keiner Substanz mehr Neigung hat, als zu einer andern, und sich also nur vermöge seiner eignen Bewegung bewegt; welches durch alle Substanzen, das Eis ausgenommen, streicht, und sich verbreitet. Es kann also keinen unmittelbaren Versuchen unterworfen werden, um zu entdecken, ob die Vermehrung der ausdehnenden Kraft, die es bey gewissen Umständen in demselben Körper zeigt, von einer Vermehrung in seiner Menge, oder nur in seinem fortleitenden Fluidum, herrühre. Ich werde aber dieselben Modifikationen, auf eine nicht zweydeutige Weise, bey einer andern Art des Dunstes, die in einigem Betracht, noch wirksamer, als das Feuer ist, zeigen, und die dennoch wie die Wasserdämpfe eingeschlossen, und also dem Versuch unterworfen werden kann; ich meyne das elektrische Fluidum. Dadurch werde ich alles, was ich hier von der Natur des Feuers gesagt habe, bestätigen.

## Dritter Abschnitt.

### Von den Phänomenen der Wärme, und zuerst von denen, welche aus der Verschiedenheit der Kapacität der Substanzen entspringen; mit weiterer Ausführung der Lehre vom Feuer.

§. 152.

Um dem Worte Wärme die Unbestimmtheit zu nehmen, welche ihm seine verschiedenen Bedeutungen in der gemeinen Sprache, und selbst in der Sprache mancher Phy-

Physiker gegeben haben, will ich sie, die Wirkung des freyen Feuers in andern Substanzen nennen. Ich werde dies Wort also nie als Ursache nehmen; so wie ich, im vorigen Kapitel nicht das Wort Licht, sondern Hellheit, um die Wirkung des Lichts zu bezeichnen, gebraucht habe. Ich habe sehr oft in physikalischen Schriften, die über diese Gegenstände handelten, eine große Dunkelheit aus der Verwirrung dieser Begriffe entstehen sehen; sogar zuweilen anscheinende Erklärungen, die, wenn man genau die Wirkungen von den Ursachen trennte, keine Wirklichkeit hatten. Da ich also immer von dem Licht als einer Substanz geredet habe, deren Wirkung ich Hellheit nennte, in soweit sie unser Gesichtsorgan betrift, so werde ich ebenfalls vom Feuer als einer Substanz sprechen, die im freyen Zustande eine besondre Wirkung, nämlich die Wärme hervorbringt; deren Unterschiede das Thermometer abmißt.

## §. 153.

In dieser Bedeutung ist die Wärme allgemein betrachtet, nichts anders als der wirkliche Grad der ausdehnenden Kraft des Feuers; denn unmittelbar von seiner ausdehnenden Kraft rühren die mechanischen Wirkungen des freyen Feuers her. Da aber die Ausdehnung der Substanzen das sichtbare Zeichen seiner Wirkung ist, und also durch die Unterschiede des Volumens, die Flüssigkeit des Thermometers, uns die Unterschiede der Wärme anzeigt; so habe ich sie oben, die Wirkung des freyen Feuers in andern Substanzen, genannt; um der Gewohnheit, in den Substanzen selbst, die Modifikation, welche man Wärme nennt, zu betrachten, nachzugeben; welches man am öftersten thut, indem man denselben Namen ihrer Ursache giebt.



Digitized by Google

## §. 154.

Mit der wirklichen ausdehnenden Kraft des Feuers, sage ich, ist die Wärme der Substanzen, in Verhältniß, und nicht mit seiner Dichtigkeit, nämlich mit seiner Menge, in demselben Raume; denn dieselben verhältnißmäßigen Mengen des Feuers, äußern nicht einerley Grad der ausdehnenden Kraft, auf alle Substanzen, und bringen also bey ihnen nicht denselben Grad der Wärme hervor. Hierinn besteht eigentlich, das vor kurzem entdeckte Phänomen, welches man, die verschiedenen Kapacitäten der Substanzen für die Wärme genannt hat, das ich aber nach den vorhergehenden Erklärungen, die verschiedenen Kapacitäten für das Feuer, nennen will. Obgleich der kurze Plan, dieses Werks mir nicht erlaubte, einen Entwurf des Systems der mechanischen Physik von Hr. Le Sage beyzufügen; so muß ich hier doch einen für meinen Gegenstand, nothwendigen Theil anzeigen, der zugleich die Fruchtbarkeit dieses Systems beweisen wird.

## §. 155.

Hr. le Sage erklärt, wie ich beym Eingange dieses Werks gesagt habe, durch eine mechanische Ursache, die Bewegung der Theilchen der ausdehnbaren Flüssigkeiten, und wie sie verschiedene Arten von Bewegung haben können. Diese Ursache ist selbst ein besondres Fluidum, das außerordentlich zart, dünn und schnell ist, welches sich in dem Raume in grader Linie bewegt, und das von allen Seiten zu allen merklichen Punkten des Universums gelangt. Dies Fluidum bringt unmittelbar das Phänomen der allgemeinen Schwere hervor, und ich will nur dieses zu seinem Vortheil sagen; daß der Beweis des Hr. le Sage, wie dies Fluidum, um

Digitized by Google

um so viele astronomische Phänomene, als den Fall der Körper und seine Gesetze zu beweisen, hinreiche, den Beyfall mehrerer großer Mathematiker gefunden habe.

§. 156.

Auf Bitten einiger Freunde, hat Hr. le Sage endlich, eine schon längst geschriebene, kleine Abhandlung, unter dem Titel *Lucrece Newtonien* herausgegeben; worinn er den Gang seiner Ideen, um zu dieser Ursache der allgemeinen Schwere zu gelangen, festgesezt hat. Er hat sich damit schon seit seiner Jugend, unter dem gesammten Beystand der Mathematik und Physik beschäftiget. Diese Abhandlung steht in den Schriften der Berliner Akademie vom Jahre 1782 abgedruckt; ob sie gleich aber alle erste Grundsätze seines Systems enthält; so werden sie doch nur von denjenigen großen Mathematikern angenommen werden, welche die Physik hinlänglich lieben, und darüber genug nachgedacht haben; so daß sie sich nicht, mit den dunkeln Begriffen von, als Ursachen angesehenen Gesetzen, von Wirkungen der Körper, da wo sie nicht sind, von Bestreben nach einem Orte, ohne bestimmten Stoß, begnügen; und welche folglich das Gebiet der mechanischen Ursachen, (die wir allein mit Wahrheit bey den physischen Phänomenen begreifen konnten) bis zu einer ersten einfachen mechanischen Kraft sich ausdehnen zu sehen wünschen, die durch einen ersten Stoß, das ganze Universum in Bewegung halten, und ihre Wirkungen durch vermittelnde Kräfte, bis in die Phänomene, die wir um uns sehen, oder nach Gefallen hervorbringen können, äußern könnte. Für diese Mathematiker, sage ich, aber für sie allein wird die angezeigte Abhandlung von Hr. le Sage, eine reiche Quelle zu großen Ideen seyn.

§. 157.

§. 157.

Nachdem Hr. le Sage durch die Kraft dieses zarten Fluidums, alle Phänomene der allgemeinen Schwere, und folglich auch die des Schwerseyns auf unserm Erdballe erklärt hat; so zeigt er, wie dieses unsern Beobachtungen so sehr entlegene Fluidum, die Theilchen der ausdehnbaren Flüssigkeiten in Bewegung sezt. Hr. Dan. Bernoulli hat in seiner Hydrodynamik bewiesen, daß, wenn man annimmt, daß die Theilchen der ausdehnbaren Flüssigkeiten in Bewegung seyen, man alle ihre, auf die Elasticität gezogene Phänomene, d. h. ihre allgemeinen Phänomene, erkläre: er giebt aber weder von dieser Bewegung Rechenschaft, noch von der Art, wie diese Theilchen sie aufs neue erhalten, wenn sie dieselbe beym Anstoßen an die Körper verloren haben. Hr. le Sage kam auch bey den Untersuchungen, welche den Gegenstand obiger Abhandlung ausmachen, natürlich darauf, sich vorzustellen, daß die Kraft, welche diese Flüssigkeiten gegen die Körper ausüben, von Stößen herrühre, und ihr ausdehnendes Vermögen folglich von der Bewegung ihrer Theilchen entspringe. Indem er sich nun aber Rechenschaft geben mußte, was diese Bewegung, welche mehr oder weniger durch die Stöße zerstört würde, erneuere; so suchte er sie lange auf dem Wege, wo er sie hernach fand, d. h. in der bloßen Form der Theilchen der ausdehnbaren Flüssigkeiten, vergebens. Diese Wirkung ist den Gesetzen der Mechanik, unterworfen. Durch eine gewisse allgemeine Gestalt der Theilchen dieser Flüssigkeiten, bewegen sie sich zuerst, ob sie gleich von allen Seiten, von den schwermachenden Körperchen gestoßen werden, und dadurch erhalten sie auch aufs neue ihre Bewegung nach den Stößen wieder: durch besondre Bestimmungen dieser Gestalt, verändern auch gewisse Klassen von Theil=

Theilchen, unaufhörlich ihre Richtung auf ihrem Wege, mehr oder weniger schnell, und in verschiedener Bedeutung; daher sie verschiedene Arten von krummen Linien durchlaufen.

§. 158.

Ich will hier jezt zum Theil einen Brief, den er hierüber im Februar 1763 an einen Mathematiker, mit dem er im Briefwechsel stand, schrieb, mittheilen. Er hatte ihm einen geometrischen Beweis, von Hervorbringung der Bewegung in den Theilchen der ausdehnbaren Flüssigkeiten durch die Stöße der schwermachenden Körperchen gegeben, und sezte nun hinzu: „Wenn ich mit der Geometrie hätte spielen wollen, so hätte ich Ihnen zwo Arten von graden Cylindern und graden Prismen beschreiben können, die, (wegen der Gestalt ihrer Grundflächen) im Stande wären, zweymal so viele Bewegung von den Körperchen anzunehmen, als der Cylinder, wovon ich so eben gesprochen habe; Körper, auf welche jegliche Stöße, auf eine einzige und dieselbe Richtung wirken, wenigstens mit einem kleinern Unterschiede als jede angebliche Größe; Körper, welche sich, ohne fortschreitende Bewegung, um ihre Axe drehen; Körper, welche sich um dieselbe Axe umdrehen, und schnell vorrücken; Körper, die sich um eine andre Axe, als um welche sie vorrücken, drehen, und Kreise oder Schnecken-Linien beschreiben ꝛc. Ich will Sie aber lieber darauf aufmerksam machen, daß, wenn einer, der genannten ähnlichen Körper, sich nun frey bewegen kann, er nur allmählig seine größte mögliche Geschwindigkeit erlangt. d. h. die Geschwindigkeit, welche den Stoß der Körperchen auf seinen Vordertheil vermehrt, und den, welchen die Antagonisten auf sein Hintertheil durch Anstoßen ausüben, vermindert, um zwey Größen, deren Summe dem

dem Druck, den das Hintertheil vermöge obiger Form empfängt, gleich ist.

## §. 159.

Aus dieser unmittelbaren Folge des mechanischen Systems von Hr. le Sage, daß die Theilchen der ausdehnbaren Flüssigkeiten, indem sie aus der Ruhe kommen, nur stufenweise zu einer gewissen lezten Geschwindigkeit gelangen (eben so, und durch dieselbe Ursache, wie die schweren Körper, welche zu fallen anfangen, in ihrer Bewegung eine Beschleunigung erfahren) fließt eine sehr wichtige Eigenschaft, dieser Flüssigkeiten: daß, wenn ihre Theilchen ihre Bewegung durch Stöße gegen Körper, es sey von außen oder innen, verloren haben, da sie dieselbe nur stufenweise wieder annehmen können, sie also niemals zu ihrer äußersten Geschwindigkeit in den Poren gewisser Körper gelangen können. Daher werden ihre Stöße weniger wirksam, und um so weniger es seyn, als durch die Kleinheit oder höckerigte Gestalt der Poren, sie eher in ihrem Laufe werden aufgehalten werden.

## §. 160.

Hierdurch erklärt man ein Phänomen, welches man für einen Beweis der Hypothese, von der Auflösung des Wassers durch die Luft hielt; weil man es, als die wechselseitige Auflösung der Luft durch das Wasser betrachtete: ich meyne die Verschluckung einer gewissen Menge Luft, durch das Wasser. Indessen ist es besonders, daß man nicht daran gedacht hat, daß, wenn man dieses Phänomen als einen Beweis der Hypothese anführt, man das Aufgebauete wieder niederrisse. Denn bey dem Phänomen, wovon hier die Rede ist, vertreibt das Wasser die Luft durch Vermehrung der Wärme,

Digitized by Google

me, da doch einer von den scheinbarsten Gründen für die Auflösung des Wassers durch die Luft war, daß das Wasser sich durch Verminderung der Wärme präcipitire, wie es mit den im Wasser aufgelösten Salzen geschieht.

## §. 161.

Aber dies Phänomen der Verschluckung der Luft durch das Wasser, oder durch jede andre Flüssigkeit, oder selbst durch jeden porösen Körper, erklärt sich wirklich durch das System von Hr. le Sage und ich habe davon in meinem Werke über die Modifikationen der Atmosphäre eine Erklärung gegeben. Die Lufttheilchen schlagen unaufhörlich auf die Oberfläche des Wassers, und verwickeln sich zuweilen in seinen Zwischenräumen. Sobald sie in diese engen Räume gekommen sind, kann ihr Fortlauf nur sehr kurz seyn; daher sie niemals nahe zu ihrer äußersten Geschwindigkeit gelangen, und sich sogar oft so sehr verwickelt finden, daß sie sich nicht mehr bewegen können. Diejenigen, welche sich im leztern Falle befinden, verhalten sich in Betracht der ausdehnenden Kraft, wie die schweren Körper in der Ruhe, in Betracht der Neigung zum Fallen. Diejenigen, welche sich nur sehr wenig, wegen der Kleinheit des Raums bewegen, sind in Betracht der Wirksamkeit ihrer Stöße, wie die schweren Körper, deren Fall oft aufgehalten wird. Alle diese Theilchen hören also auf, eine hinlängliche ausdehnende Kraft zu haben, um das Wasser zu entfernen und zu entweichen. Man wird also ein erstes Hervorbrechen der Luft bewirken, wenn man das Wasser des Gewichts der Atmosphäre entlediget; weil die Anstrengung einiger Lufttheilchen, alsdann hinreichend seyn wird, um eine erste Trennung in den Wassertheilchen hervorzubringen. Man erzeugt dieselbe

Wir-

Digitized by Google

Wirkung, wenn man das Wasser erwärmt, weil es sich ausdehnen wird, daher sein Widerstand gegen eine Trennung immer kleiner werden muß. (§. 9). In beyden Fällen verlängern sich die Fortgänge der Lufttheilchen, wie sich der Raum erweitert; daher ihre ausdehnende Kraft zunehmen muß; es werden sich also zuerst kleine Blasen bilden; die sich durch Vereinigung, vergrößern, weil die Lufttheilchen sich hier mit mehrerer Freyheit bewegen werden, wodurch sie endlich sich erheben, und aus dem Wasser entweichen können.

§. 162.

Nach demselben System und den Ideen des Hr. le Sage in Betracht des Feuers, als eines ausdehnbaren Fluidums, hatte ich gewissermaaßen in demselben Werke, das Phänomen der verschiedenen Kapacitäten der Körper für das Feuer, voraus gesagt; ich drückte mich darüber (§. 973) so aus: „Ich weiß nicht, ob wir uns einen richtigen Begriff davon machen, was Gleichheit oder Verschiedenheit der Wärme, in den Körpern von verschiedener Natur sey, sobald wir über den Anschein d. i. die Anzeigen des Thermometers, hinausgehen wollen. Es ist sehr wenig wahrscheinlich, daß verschiedene Körper, die wir gleich warm nennen, weil sie das Thermometer auf demselben Grade erhalten, einerley Menge von Feuer, in demselben Volumen oder auch bey gleichen Massen, besitzen." Hier ist also das Phänomen der verschiedenen Kapacitäten, auf dieselbe Art ausgedrückt, wie ich es nach der Entdeckung ausdrückte; das ich also durch einen unmittelbaren Schluß aus dem System des Hr. le Sage vorher sahe, dem ich hier öffentlich bezeuge, daß er mir sehr oft auf dieselbe Weise behülflich war, das zu entdecken, was hernach die Erfahrung bestätigte.

§. 163.

Digitized by Google

§. 163.

Wegen der Natur eines ausdehnbaren Fluidums selbst, bringt das Feuer, obgleich in derselben verhältnißmäßigen Menge, in gewissen Substanzen weniger Wärme hervor als in andern. Seine ausdehnende Kraft, welche den Grad der Wärme bestimmt, hängt von zween verschiedenen Umständen, seiner Menge und der Geschwindigkeit seiner Bewegung ab. Bey derselben Menge hat es, wenn seine Theilchen weniger Geschwindigkeit haben, weniger ausdehnende Kraft. Diese Geschwindigkeit aber, ist durch die Länge des Fortlaufens seiner Theilchen bestimmt. Diejenigen Substanzen also, in denen die Feuertheilchen am öftersten in ihrem Laufe, durch Kleinheit oder Form ihrer Poren, aufgehalten werden, werden die meiste Kapacität für das Feuer haben; das heißt, da jedes Theilchen hier weniger Kraft hat: so ist eine größre Menge nöthig, damit sie hier dieselbe totale ausdehnende Kraft äußern, oder denselben Grad der Wärme hervorbringen.

§. 164.

Mich dünkt, daß, weil man sich die Ursache, woher dies Phänomen der Verschiedenheiten der Kapacität käme, nicht zu erklären gesucht hat, man aus seinen Wirkungen irrige Folgerungen zog. Indem man z. B. die comparativen Kapacitäten, auf gleiche Massen der verschiedenen Substanzen bezog; so hat man stillschweigend aus der Wärme, eine bloße Modifikation der Theilchen der Substanzen selbst, gemacht; und nun hat man hieraus Schlüsse gezogen, was bey den Veränderungen in der Kapacität gewisser Substanzen erfolgen müsse, ohne gewahr zu werden, daß, wenn die Wärme die Wirkung eines besondern Fluidums ist, wenn folglich dies Fluidum in Räumen existirt, wo außer ihm

Feuertheilchen müssen durchlaufen haben, um zu ihrem Größten in der Geschwindigkeit gelangt zu seyn. Es ist also möglich, daß der leere Raum merkbar eben so viel Kapacität als die Luft habe: denn was den Raum betrift, den hier die Lufttheilchen, durch ihr eignes Volumen einnehmen, so kann dieser für nichts merkliches gehalten werden.

## §. 168.

Dieses ist die Idee, die ich mir von der Ursache, warum verschiedene Substanzen, bey einerley Temperatur, dennoch verschiedene Mengen von freyem Feuer, enthalten könnten, gemacht habe; ehe man dies Phänomen durch die Erfahrung entdeckte, und aus diesem Grunde, wurde ich nicht gleich von der Meynung fortgerissen, daß aus dieser Ursache sehr große Phänomene der Wärme entsprängen; denn sie schien mir unzulänglich zu seyn, um alles, was man ihr zuschrieb, hervorzubringen. Indessen habe ich sorgfältig, die davon angegebenen Gründe geprüft, und indem ich mich dadurch in meiner ersten Meynung bestärkt hatte, habe ich diesen Gegenstand, in meinem andern Werke ausführlich abgehandelt. Ich habe mich oft mit D. Crawford über diesen Gegenstand, mündlich und schriftlich unterhalten; sein Werk ist bekannt genug, und verdient auch wegen der neuen Thatsachen und Aussichten es zu seyn. Er gestand mit einer seltenen Freymüthigkeit ein, daß die Versuche, die er zur Unterstützung seines Systems angeführt, so wie andre, die er seitdem in derselben Absicht gemacht hätte, und wovon ich Zeuge gewesen bin, weder sicher noch bestimmt genug gewesen wären, um es zu bestätigen. Er ist jezt beschäftigt, die Form seiner Versuche abzuändern, und er glaubt die Zweydeutigkeiten heben zu können, die ich ihm in den erstern gezeigt habe.

Digitized by Google

habe. Ich zweifle, daß er es auf eine Art, die sein System bestätigte, thun könne: inzwischen hindert dies nicht, daß die Versuche eines gelehrten und scharfsinnigen Mannes, wie er ist, nicht an und für sich wichtig seyn sollten. Ich will indeß das Resultat dieser neuen Versuche abwarten, und nachdem ich noch ein Wort über die Bewegung der Feuertheilchen gesagt habe, hier nach meinem System die Phänomene erklären, wovon er nach dem seinigen Rechenschaft gegeben hat.

## §. 169.

Die Bewegung, welche ich den Theilchen des Feuers, nach seinen Phänomenen, wenn es frey ist, zuschreibe, ist von der Gattung, welche Hr. le Sage in der angeführten Stelle, so ausdrückt: „Körper, welche sich um eine andre Axe drehen als um die, um welche sie sich fortbewegen, und Schnecken-Linien beschreiben.“ Hier will ich nur zusetzen, daß diese Schnecken-Linien, welche die Theilchen in ihrer Bahn beschreiben, sehr enge sind. Ich will mich hier nicht auf die Folge, welche daraus für die Ausdehnung der Körper fließt, einlassen; weil ich zuvor die Ursache müßte aus einander gesezt haben, gegen welche das Feuer wirkt, nämlich die der Cohäsion, welche einen Theil des le Sagischen Systems ausmacht. Ich will aber eine andre hieraus entspringende Wirkung bey einem merkwürdigen Phänomen anzeigen; nämlich die Langsamkeit der Fortpflanzung des Feuers, selbst in der Luft, da man, nach seinem außerordentlichen Vermögen die Körper auszudehnen, ihm eine sehr große ausdehnende Kraft, zuschreiben muß.



Digitized by Google

## §. 170.

Das in den Körpern eingeschlossene **Feuer**, trift unaufhörlich ihre Theilchen auf seinem Wege an, und stößt an sie, mit einem um so größern Theile seiner Geschwindigkeit, als seine Stöße weniger schief sind; daher übt es ein so großes Vermögen aus. Es verändert aber unaufhörlich seine Bahn, und wenn es am freyesten ist, d. i. in der Luft so pflanzt es sich nur langsam fort, indem seine fortschreitende Bewegung, nach der Axe der Schnecken-Linien geht, die es beschreibt.

## §. 171.

Mein besondres System über die Zusammensetzung des **Feuers**, erklärt sich nach diesem allgemeinen System von Hr. le Sage, sehr leicht. Die außerordentlich zarten Lichttheilchen gehören zu der Zahl der Körper, die er so beschreibt: „Körper, auf welche jegliche Stöße der schwermachenden Körperchen zu derselben Richtung wirken rc.“ daher bewegen sich diese Körper sehr schnell in gerader Linie. Die Lichttheilchen, sage ich, gehören zu dieser Klasse, und durch ein gewisses Verhältniß ihrer Masse mit ihrer Geschwindigkeit, so wie durch eine gewisse Gestalt ihres **Vordertheils**, welches das Gesichtsorgan rührt, bringen sie hier überhaupt **Hellheit** hervor; und das Gefühl einer gewissen **Farbe**, rührt von einem Unterschiede in diesem ersten Verhältnisse her. Es gehört zum Wesen von dergleichen Körpern, um einer Axe symmetrisch zu seyn; daher die Stöße rund herum, in derselben Neigung gegen die Axe, sich in ihren Wirkungen das Gleichgewicht halten. Wenn aber in dieser Rücksicht, durch die Hinzukunft einer neuen Substanz, auf einer Seite des kleinen Körpers, gewisse Verändrungen erwachsen; so sind die Wirkungen

der

Digitized by Google

der Stöße, nach gegen die Axe gleich geneigten Linien, nicht mehr im Gleichgewicht, und der kleine Körper verändert unaufhörlich die Richtung in seiner Bahn. Man begreift auch leicht, daß nach dem Theile des kleinen Körpers, wo der Zusatz geschehen ist, und nach der Gestalt des zugesezten Theilchens, die Verändrungen in der Richtung nicht nur mehr oder weniger beträchtlich, sondern auch zugleich von mehr als einer Art, seyn können.

## §. 172.

Auf diese Weise wird also das Licht, Feuer: Es vereinigt sich mit der Substanz, die ich Feuermaterie genannt habe; und durch diese Verbindung entsteht eine Gruppe, die, anstatt derselben Richtung in ihrer Bewegung zu folgen, unaufhörlich die Richtung so ändert, daß sie Schneckenlinien beschreibt. Aus dieser Verändrung erwächst erst der Unterschied der Eigenschaften, welche diese beyden Flüssigkeiten, wenn sie frey sind, äussern; das freye Licht bringt Hellheit hervor, das freye Feuer, Wärme. Es entstehen aber daraus ferner sehr mannichfaltige Phänomene von einer andern Klasse, durch die Verändrung der Verwandschaften; indem die des Feuers, von denen des Lichts, sehr verschieden sind: und aus diesen respektiven Verwandschaften beyder Substanzen, entspringt ein großer Theil der Phänomene der Hellheit und der Wärme. Denn da das Licht, in der chemischen Verbindung im Feuer und mehrern andern Substanzen, unserm Auge entwischt, und nur wieder zum Vorschein kömmt, wenn diese Substanzen sich zersetzen, so entwischt gleichfalls das Feuer, oder erscheint wieder am Thermometer, durch mannichfaltige Zusammensetzungen und Zersetzungen, die ihm eigen sind; woraus eine große Anzahl von den Phänomenen der Wärme hervorgebracht wird.

## §. 173.

Der Mechanismus, welcher die Verwandschaften erzeugt, macht schon lange einen Theil des le Sagischen Systems aus. Er behandelte diesen Gegenstand schon 1758. um eine Frage der Akademie zu Rouen, über die Untersuchung einer mechanischen Ursache der Verwandschaften, zu beantworten, und seine Abhandlung erhielt den Preis. Inzwischen ist sowohl dieser besondre Theil seines Systems, als viele andere, sehr vervollkommnet, und obgleich sein erster Versuch schon den Beyfall der Akademie zu Rouen verdiente, wegen des wirklich mechanischen Ganges, den er bey Erklärung dieses Phänomens befolgte, so ist er doch seitdem viel weiter gegangen, und er hat schon im Manuscript die Materialien zu einem neuen Werke über diesen Gegenstand, unter dem Titel: *Offrande aux Chymistes*, *par un Physico-Mathematicien*. Ich kann diesen Mechanismus hier nicht weitläuftiger erklären; und ich will nur soviel davon sagen, damit man begreife, wie sich die Verwandschaften verändern, wenn das Licht in Feuer verwandelt wird.

## §. 174.

Hr. le Sage hat die oben (§. 156.) erwähnte Abhandlung über die Schwere besonders drucken lassen, und im Anhange einen Abriß seiner Ideen, über die Einrichtung der schweren Körper und der schwermachenden Körperchen beygefügt. Nach ihm und nach den Phänomenen, müssen die untheilbaren Theilchen der schweren Körper, Arten von Käfichen seyn, deren Dräte, selbst in Gedanken durch den Durchmesser der schwermachenden Körperchen vermehrt, in Rücksicht auf die gegenseitigen Distanzen der parallelen Dräte, desselben

selben Käfichs so klein sind, daß der Erdball nicht einmal den zehntausendsten Theil der Körperchen, die sich, um durch ihn zu streichen, darbieten, auffangen kann. Hr. le Sage entwickelt diese allgemeine Idee, von dem Verhältniß der Atomen der schweren Körper gegen die schwermachenden Körperchen, sezt hier einige geometrische Betrachtungen zu, und versichert, daß der Geometer, welcher selbst die Folgen aus diesen allen herleiten wollte, hieraus alle Phänomene der Schwere, als nothwendige Folgerungen entspringen sehen würde. Durch den Versuch, welchen große Geometer hierüber gemacht haben, weiß ich, daß dies gegründet sey.

§. 171.

Der allgemeine Hang aller Theilchen der Materie gegen einander, die allgemeine Schwere, wird durch diese Körperchen hervorgebracht. Die Cohäsion aber, welche die Schwere, wenn die Theilchen in Berührung sind, so sehr übertrift, wird durch den Druck eines zweyten Fluidums (das durch die Körperchen bewegt wird) des zartesten von seiner Klasse, und das wie die Luft wirkt, erzeugt. Dies Fluidum, sage ich, hält die Theilchen, welche mehr oder weniger in Berührung sind, mehr oder weniger stark unter sich vereiniget; so wie die Luft die Körper unter sich verbunden hält, nach Verhältniß der Ausdehnung der Oberflächen, wovon sie dieselbe gegenseitig ausschließen. Die Verwandschaften endlich, welche vorzügliche Verbindungen bewirken, entstehen aus der verschiedenen Dicke der Theilchen des zarten zweyten Fluidums, und aus der verschiedenen Größe und Gestalt der Poren in den verschiedenen Klassen von Theilchen der Substanzen. Dieses sind die allgemeinen Theile des Systems der Physik von H. le Sage; in welchem ich jederzeit so viele Hülfsquellen fand;

die Phänomene zu begreifen, und ihre Ursachen aufzusuchen; so daß ich es als einen Aufenthalt in dem Fortgange der physikalischen Entdeckungen ansehen muß, daß seine schwächliche Gesundheit so lange die Herausgabe seiner Arbeiten verhindert.

## §. 176.

Die Verwandschaften erstrecken sich bis auf die zartesten ausdehnbaren Flüssigkeiten, die sich uns unmittelbar offenbaren. Dies zeigen uns die Verwandschaften des Feuers mit dem Licht, und ich werde es noch durch die, beym elektrischen Fluidum beweisen. Folglich sind, nach dem System von Hr. le Sage, ihre Theilchen verschieden porös. Dies sezt ohne Zweifel, in den, unsern unmittelbaren Beobachtungen am entlegensten Flüssigkeiten, d. i. in den wirkenden Kräften der Cohäsion und der Verwandschaften, eine solche Zartheit voraus, daß das Licht, welches uns schon so zart scheint, in Vergleichung mit ihnen, sehr grob ist. Aber auch angenommen, daß diese Abstufungen in der Zartheit, zur Erklärung der Phänomene beytragen; so werden sie doch bey denen keinen Einwurf hervorbringen, welche sich richtige Begriffe von der Größe machen. Denn die Phänomene müssen Ursachen haben, und wenn die von Hr. le Sage angegebenen adäquat sind; so bestimmen die Phänomene selbst die Abstufungen der Zartheit, wodurch sie erklärt werden. Wir haben keine andre Vorschrift, uns bestimmte Begriffe von der Größe zu bilden; weil hier alles relativ ist, und wir ihren beyden äußersten Abständen keine Gränzen setzen können.

## §. 177.

Man begreift nun, wie die Verbindung der Feuermaterie mit dem Licht, indem sie zuerst die Art der Be-

wegung

wegung der Theilchen des leztern, verändert, auch ihre Verwandschaften verändern kann. Die, durch diese Verbindung gebildeten Gruppen, sind nicht mehr auf dieselbe Weise, den verschiedenen Klassen der Theilchen des zarten Fluidums durchdringbar; und daher entspringen die allgemeinen Phänomene. Obgleich die Theilchen des Lichts zarter sind, als die des Feuers; so finden sie doch undurchsichtige Körper, weil ihre Verwandschaften sie hier, entweder ganz oder zum Theil, zurückhalten, und weil das übrige zurückgeworfen wird. Diejenigen Körper, mit denen das Licht keine merkliche Verwandschaften hat, durchdringt es, mit der ihm eigenen Geschwindigkeit. Dies ist der allgemeine Charakter dieses Fluidums.

## §. 178.

Was das Feuer betrift; so breitet es sich nur langsam durch die Körper fort; es durchdringt sie aber fast alle. Die einzigen, welche es nicht durchdringt, sind: das Eis, wenn es im Begriff ist zu schmelzen, und die ihm ähnlichen festen Körper, welche die Wärme in flüssige verwandeln kann, und die im Begriff sind es zu werden. Das Licht dringt durch das Eis in allen seinen Zuständen; das Feuer dringt aber nur dann hindurch, wenn seine Temperatur unter dem Gefrieren ist. Sobald das Eis im Begriff ist zu schmelzen, so wird es für neues Feuer, das was die schwarzen Körper für das Licht sind; alles, was dann davon hinein geht, bleibt darinn, ohne die Wärme zu vermehren. Eben so verhält es sich mit allen festen Körpern, welche die Wärme schmelzen kann, wenn sie im Begriff sind, in Fluß zu kommen, und dies ist ein erstes Beyspiel von den unterschiedenen Verwandschaften des Feuers und des Lichts.

§. 179.

§. 179.

Dies Phänomen des Feuers an dem Eise, das sich in Wasser verwandeln will, ist eines von den wichtigsten bey der Theorie von der Wärme, weil es deutlich, einfach und bestimmbar ist. Ich habe es in meinem Werke über die Modifikationen der Atmosphäre festgesezt, wo ich Versuche, die ich im Winter von 1754 bis 1755 über die Entstehung des Eises und sein Schmelzen anstellte, erzählt habe (§. 438. e). Das Phänomen ist folgendes: Ich ließ Wasser in Trinkgläsern gefrieren, in welche ich Thermometer gestellt hatte, deren Kugeln dadurch mit Eise umgeben wurden, und indem ich hernach diesen kleinen Apparat ans Feuer brachte; so stiegen die Thermometer bis zu dem Augenblick, da das Eis im Begriff war, zu schmelzen. Alles Feuer aber, was hernach ins Eis drang, hörte auf, auf die Thermometer zu wirken, indem es um Wasser zu machen, verbraucht wurde: unterdeß daß das Licht, welches sich zu gleicher Zeit von den brennbaren Theilen befreyete, durch das Eis fortstrich. Ich werde auf diese comparativen Phänomene zurück kommen, indem ich sie hier nur deswegen erzählt habe, um ein Beyspiel von dem Unterschiede der Verwandschaften des Feuers und des Lichts zu geben.

## Vierter Abschnitt.

### Von den Phänomenen der Wärme, welche das Verbrennen begleiten.

§. 180.

Das Feuer hat also eigne Verwandschaften, und geht dadurch in die Zusammensetzung der meisten Substanzen der drey Klassen, der festen, flüssigen Körper

und

und ausdehnbaren Flüssigkeiten, ein, wovon ich besonders unter diesem Gesichtspunkte handeln werde. Es tritt erstlich wesentlich in die Zusammensetzung aller brennbaren festen Körper; und von ihm rührt die Wärme her, welche durch das Verbrennen hervorgebracht wird, wenn die dephlogistisirte Luft, die immer bey dieser Operation der Natur, geschäftig ist, sich nicht dabey zerstört, und bloß durch fixe Luft ersezt wird. Alsdann ist auch, die durch die brennbaren Körper hervorgebrachte Wärme weniger groß, in Vergleichung mit der Menge der gebrauchten dephlogistisirten Luft, als wenn sich dieselbe zerstört. Dies zeigen die Versuche der H. H. Lavoisier und de la Place über die Verbrennung der Kohle und des Phosphors. Diese Versuche sind in ihrem Eis Apparate gemacht, und eine von den wichtigsten Anwendungen des Phänomens, das ich oben erzählt habe: denn durch diese Methode mißt man absolute Mengen der Wärme, wozu die vorigen Methoden unfähig waren.

## §. 181.

Die Versuche wovon ich rede, sind in der Abhandlung des Hr. de la Place über die Wärme beschrieben; sie ist eine Folge von den Versuchen, die er mit Hr. Lavoisier anstellte, und eines, von den besten physischen Werken, die seit langer Zeit erschienen sind. Man sieht in dem Bericht dieser Versuche, daß, wenn die dephlogistisirte Luft in gleicher Menge, bey der Verbrennung des Phosphors und der Kohle angewandt wird; sie sich beym ersten zerstört, und bey der leztern bloß durch fixe Luft ersezt findet; (durch Umwandlung oder Unterschiebung) und die hervorgebrachte Wärme im ersten Fall, verhält sich zu der im leztern, etwa wie 7 : 3. Indem die dephlogistisirte Luft sich bey der Verbrennung

des

des Phosphors zersezt, so wird das Feuer dadurch frey, und geht in größrer Menge aus dieser Luft. Wenn man bey der Kohle aber, mit dem D. Crawford nicht annimmt, daß die, durch Verbrennung dieser Substanz hervorgebrachte Wärme, nur von dem Unterschiede der Kapacität der dephlogistisirten und fixen Luft herrühre, welches nicht wahrscheinlich ist; (§. 166 ff.) so muß nothwendig das Feuer, welches sich in dem Versuche äußert, von der Kohle selbst herrühren: denn das einzige fremde Feuer, das hieran Theil nahm, war das, was das glüende Ende eines Eisendraths, einer kleinen Menge Phosphor mittheilte, der ein kleines Stück Zunder, und dieses die Kohle anzündete.

§. 182.

Wenn sich die dephlogistisirte Luft durch das Verbrennen zerstört, so bringt die brennbare Substanz erstlich entzündbare Luft hervor, zu deren Bildung das Feuer was sie enthält, angewandt wird. Die dephlogistisirte Luft, zerstört sich aber nicht immer, und es scheint, daß alsdann nur ihre Verrichtung sey, die merklich schwere Substanz, welche in die Zusammensetzung der brennbaren Luft eingeht, aufzunehmen; dadurch entbindet sich das Feuer, ohne diese leztre Luft zu bilden. Alsdann, sage ich, findet man statt der dephlogistisirten Luft, fixe. Und überhaupt begegnet dies, der ersten von diesen Luftarten, wenn, durch noch sehr dunkle Verbindungen, eine Substanz, die der brennbaren Luft gehört, und Phlogiston heißt, sich mit ihr verbindet, ohne sie zu zerstören. Dies scheint wenigstens aus den vielen Versuchen von Hr. Kirwan zu entspringen, von dem die Chemie schon so viel erhalten, und noch viel über diesen Gegenstand zu erwarten hat.

§. 183.

## §. 183.

Die Entstehung der entzündbaren Luft, in einer brennbaren Substanz, reicht nicht zu, um das Verbrennen hervorzubringen; es ist noch nöthig, daß, wenn diese Luft, in Berührung mit der dephlogistisirten kömmt, sie einen gewissen Grad von Wärme habe, der mir nach einem Versuche, den ich in den Modifikationen der Atmosphäre erzählt habe, (§. 417. g.) bestimmt zu seyn scheint: hier entzündete sich nämlich Baumöl, das zu einem starken Aufwallen gekommen war, ohne äußre Verbindung mit dem Feuer. Ein Quecksilberthermometer, dessen Beschaffenheit ich in dem genannten Werke anzeigte (§. 457. y und s) wurde in dies Oel getaucht, und hielt sich bey 275° meiner Skale, oder etwa 650° Fahrenheit. So lange das Oel, diesen Grad der Wärme behielt, blieb es mit Flamme bedeckt, ob es gleich vom Feuer weggenommen wurde. Ich löschte sie durch ein Mittel aus, worüber ein anwesender erschrack: die Menge des Oels war beträchtlich, die Flamme hatte schon den Boden, durch das Oel, was herausfloß, erreicht, man wollte hier Wasser zugießen, ohne an die Wirkungen der heftigen Explosionen zu denken, die daraus würden entstanden seyn, wie ich durch einen Zufall erfahren hatte; ich goß Oel zu: das Thermometer fiel in dem Gefäße und die Flamme, verlosch überall, wo ich es hingoß.

## §. 184.

Das Kochen des Oels hat etwas besonders, welches sehr verdiente untersucht zu werden, indem man die ausdehnbaren Flüssigkeiten, welche nach und nach aus seinen Blasen steigen, auffsammelte. Dieses Kochen bringt keinen bestimmten Grad der Wärme her-

vor,

vor, wie beym Wasser. Mein Oel fieng bey 240° an zu kochen, und nahm noch 35° an, indem es fortfuhr. Es scheint also, daß es beym Kochen die Natur veränderte, und daß also das ausdehnbare Fluidum, welches entwich, immer mehr Wärme foderte, um sich zu bilden. Bey einer gewissen Periode dieser stuffenweisen Wirkungen, bringt das Oel brennbare Luft hervor; oder wenigstens rein genug, daß man sie entzünden kann, ob sie gleich noch weit von dem Grade der Wärme entfernt ist, da sie sich von selbst entzündet.

## §. 185.

Mich dünkt also, daß man aus obigem Versuche schließen könne daß die brennbare Luft zu 275° der Wärme, meiner Skale gekommen seyn müsse, damit sie sich mit der dephlogistisirten Luft die sie antrift, zersetze. Und alsdann ist die Erzeugung des Feuers sehr groß, denn in diesem Augenblicke geschahe es, daß die Heftigkeit des Kochens, mein Oel aus dem Gefäße trieb. Um diesen Grad der Wärme, in den hierüber noch zu machenden Bemerkungen, zu bezeichnen, will ich ihn brennende Wärme heißen.

## §. 186.

Es wären noch einige Versuche, in Rücksicht auf diesen Grad der Wärme anzustellen, indem man ihn in allen Fällen von freywilliger Entzündung beobachtete. Ein sehr einfacher findet in den Rauchfängen der Schmelzöfen Statt; da die brennbare Luft, sie mag nun rein, oder mit fixer Luft vermischt, aber durchsichtig seyn, hier das Holz verkohlt, ohne Flamme dabey hervorzubringen; ob sie gleich selbst dieselbe, bey der Zusammenkunft mit der äußern Luft hervorbringt. Es wäre also

also merkwürdig zu wissen, was der Grad der Wärme dieser Luft sey, welche aus dem Rauchfange geht. Man könnte auch vielleicht sehr reine brennbare Luft in ein Destillirgefäß, mit nach unten zu gekrümmtem und spitz zulaufendem Halse, verschließen; dasselbe ganz in ein Sandbad, den Hals ausgenommen, stellen; hernach Feuer geben, bis man an dem Halse eine Flamme, durch das Heraustreten der ausgedehnten brennbaren Luft, entstehen sähe, und alsdann die Wärme des Bades beobachten. Man könnte auch, durch ein vielleicht nicht schwer zu entdeckendes Mittel, zu entdecken suchen, was die durch die Erdkohle erhaltene Wärme sey, wenn man sie bloß zerbricht, und, während sie sich von einer Seite, ohne Flamme hervorzubringen, verzehrt, sie sich von selbst entzündet. Endlich könnte man den Grad der Wärme verschiedener Substanzen, welche die Gährung entzündet, bemerken. In allen diesen Fällen, müßte man zu derselben Zeit, die Verändrungen, welche der atmosphärischen Luft, die an der Entzündung Theil nimmt, begegnen, zu beobachten suchen.

## §. 187.

Da ich nichts gewisses über alle diese Gegenstände habe, so kann ich nur durch Muthmassung schließen; und daher will ich mit dem gehörigen Mistrauen, folgende Ideen vorlegen. Es scheint mir also, daß eine größre Wärme, welche in den brennenden Körpern unterhalten wird, eine von den kräftigsten Ursachen zu Erzeugung neuer Wärme sey, weil hier eine Zerstörung der dephlogistisirten Luft, statt ihrer bloßen Verwandlung in fixe, entsteht. Ich will die Thatsachen, worauf ich diese Meynung gründe, vortragen.



Digitized by Google

§. 188.

Die erste dieser Thatsachen, habe ich vom D. Lind. Man kannte die Geschicklichkeit der Chinesen in der Pyrotechnie; man wußte aber, wie ich glaube, nicht alle Geschicklichkeit, die sie bey der gewöhnlichen Verbrennung ausüben, um aus den brennbaren Körpern mehr Nutzen zu ziehen. Der D. Lind, welcher auf einer Reise nach China, hier die Künste der Chinesen mit scharfen Augen beobachtete, war hierauf besonders aufmerksam. Wir thun dasselbe, bey unsern Schmieden, um die Hitze zu vermehren; wir thun es aber vielmehr in der Absicht, viel Hitze auf einmal hervorzubringen, als viel im Ganzen zu haben; und wir erstrecken es nicht, wie die Chinesen, auf unsre tägliche Oekonomie, um mit derselben Menge von Inflammabilien, so viel Hitze als möglich hervorzubringen. Vermuthlich wurden sie hierauf gebracht, weil die brennbaren Substanzen in ihrem Lande nicht so überflüssig sind, als bey uns. Oft brauchen sie da nur Stroh, wo wir Holz oder Kohlen gebrauchen. Sie geben sich aber die größte Mühe, alle erzeugte Wärme, auf die Substanzen, welche erhizt werden sollen zu vereinigen, und hier zu erhalten. Hernach blasen sie ohne Aufhören, auf die Inflammabilien, so lange sie brennen: denn sie sagen, je lebhafter ihre Flamme ist, desto größer ist die totale Wärme, die sie hervorbringen; d. h. daß sie weit weniger erzeugen, wenn sie langsam brennen, als wenn sie schnell verzehrt werden. Macht nicht, auf diese Weise, der Grad der Wärme, wozu die Inflammabilien gelangen, daß sie entzündbare Luft, bey der brennenden Wärme, erzeugen; wodurch sie, indem sie sich selbst zersezt, die dephlogistisirte Luft zerlegt?

§. 189.

§. 189.

Eine zweyte Thatsache, die auf denselben Schluß führt, ist die Lampe von Hr. Argand. Die lebhafte Flamme, welche diese Lampe hervorbringt, ohne Rauch, scheint ein doppeltes Zeichen, von der gänzlichen Verwandlung des Oels in brennbare Luft, und von der Zerstörung dieser Luft, mit der dephlogistisirten, welche sie in der atmosphärischen Luft antrift, zu seyn. Das erste sieht man mit Augen, wenn die Lampe in guter Ordnung ist; denn wenn man das Auge gleich hoch mit dem cirkelförmigen Dochte stellt, so sieht man zwischen ihm und der Flamme, einen beträchtlichen Raum, der völlig durchsichtig ist. Die Gegenstände zeigen sich dadurch, weit besser als durch eine Glasröhre. Dieser Zwischenraum wird also nur durch die gänzlich reine brennbare Luft eingenommen, welche sich hinlänglich schnell erhebt, um diesen Raum für sich allein zu behalten. Sobald sie aber dephlogistisirte Luft antrift, welche sich in- und außerhalb des Dochtes erhebt, und auf eine kleine Entfernung convergirt, so zersetzen sie sich einander. Dieses erzeugt die schöne Flamme, deren kreisförmiger Strom mit brennbarer Luft bekränzt ist.

§. 190.

Ich vermuthete diese Wirkung an einem Symptom, das sie auszeichnet. Ich bemerkte beständig, wenn ich meine Lampe anzündete, und ihren Rauchfang von Glas aufsezte, daß lezterer durch die Verdickung eines Wasserdunstes befleckt wurde, der sich zerstreuete, sobald das Glas warm war. Ich dachte also, daß diese Lampe die dephlogistisirte Luft, nicht in fixe verwandelte, sondern zerstörte. Ich sprach davon mit Hr. Argand, welcher derselben Meynung war, und ich bat

ihn diese Vermuthung zu bestätigen, indem er das Wasser über seiner Lampe aufzusammlen suchte, wie man dies thun kann, wenn man entzündbare Luft verbrennet.

§. 191.

Hr. Argand hat diese Destillation ausgeführt, indem er bloß in einer kleinen Höhe, über die Flamme seiner Lampe, einen Helm anbrachte, dessen, durch eine lange Glasröhre verlängerter Schnabel, die Dämpfe auffieng und verdickte. So wenig vortheilhaft dieses Mittel auch war, welches wegen seiner Einfachheit gebraucht wurde, wobey aber noch eine große Menge Dünste seitwärts zwischen der Flamme und dem Knopfe entweichen konnten; so hat er doch in einem Versuche eine halbe Unze völlig reines Wasser erhalten, das tropfenweise binnen zwo Stunden herabfiel. Dies ist der Beweis, daß sich die dephlogistisirte Luft zersezt. Ich will mich jezt über dies Symptom, das gegenwärtig sehr bekannt ist, und worauf ich ein andermal zurück kommen werde, nicht weitläuftig auslassen.

§. 192.

Da die verschiedenen Wirkungen, welche diese Lampe hervorbringt, Folgen von der Zersetzung der beyden Luftarten sind; so ist es meinem Zwecke gemäß, sie vorzutragen. Aber noch ein zweyter Bewegungsgrund treibt mich dazu: ich thue es aus Liebe zur Billigkeit, und wegen des Antheils, den ich an Hr. Argand, meinem Landsmanne nehme, der sich von Jugend an, aus Neigung, physikalischen Untersuchungen gewidmet, und sie mit Eifer, Scharfsinn und Ruhm verfolgt hat, seitdem ihre Anwendung zu nützlichem Gebrauche, sein Hauptgeschäfft geworden ist, und der vielleicht zur Vergeltung der Zeit und des Geldes, das er in diesem Lande angewandt, in-

dem

Digitized by Google

dem er daselbst die Manufaktur seiner Lampen errichtet hat, nur das Gefühl ihm einen großen Dienst geleistet zu haben, und den Beyfall aufgeklärter Leute erhalten wird.

§. 193.

Drey Vortheile dieser Lampe zeichnen sie so offenbar aus, daß alle Personen die sie sahen, als Hr. Argand sie im November 1783. in dies Land brachte, ehe sie irgend wo nachgeahmt war, davon gerührt wurden, und ihn bewogen, ein Patent zu nehmen. Es sind dieselben Vorzüge, welche alle Kunstgriffe des Eigennutzes, dem Erfinder das Privilegium, auf 14 Jahr allein diese Lampen zu verfertigen, zu rauben, vernichteten: und doch ist das eine kurze Zeit, wenn man bedenkt, was es allen denen kostet, die eine Manufaktur anlegen, und sie muß um so mehr dem Erfinder gehalten werden, weil er sie sich für Geld versichert. Diese großen Vorzüge sind: eine große Helligkeit, Abwesenheit von Dampf, und die Sparsamkeit im Oel, in Vergleichung mit der hervorgebrachten Helligkeit. Ein vierter Vortheil ist noch vorzüglicher, und den will ich erklären.

§. 194.

Es ist von verschiedenen Physikern, und besonders von Hr. Lavoisier bewiesen, daß wenn ein Licht in der gemeinen Luft brennt, der Antheil an dephlogistisirter Luft, welche allein im Stande ist, die Flamme und das thierische Leben zu erhalten, durch fixe Luft ersezt wird, die zu jenen beyden Wirkungen unfähig ist: um beyder willen, muß also die Luft sich erneuern. Die weisen Naturgesetze, sorgen dafür in den gemeinen Fällen: die, durch die Wärme ausgedehnte Luft erhebt

 sich,

Digitized by Google

sich, und wird sogleich ersezt: dies bringt den beständigen Zutritt von frischer Luft, zu den brennenden Körpern hervor.

## §. 195.

Um dieser Wirkung der Natur mehr Kraft zu geben, erheben wir über unsre Feuerheerde einen Rauchfang, in welchem die erwärmte Luft, sich in die Höhe erstreckt: dieses unterbricht um so früher das Gleichgewicht zwischen der Säule, wo die Körper brennen, und den benachbarten; daher tritt frische Luft um so schneller zu ihnen. Dies ist auch der Grund, weswegen Hr. Argand einen gläsernen Rauchfang, über seinen Lampen angebracht hat: und es entspringt daraus eine doppelte Wirkung, einen Luftstrom um die Flamme herum zu veranlassen, und denjenigen, den er in dem innern seines cirkelförmigen Dochtes bewirkt hat, zu beschleunigen. Hieraus entsteht auch unmittelbar die Zerstörung der dephlogistisirten Luft, statt ihrer Verwandlung in fixe: dieses vermehrt sehr die Geschwindigkeit beyder Luftströme, und folglich die daraus entspringenden Wirkungen.

## §. 196.

Das Matte bey den gewöhnlichen Lichtern, in Vergleichung mit der Lampe von Hr. Argand, kömmt daher, weil bey den erstern, die dephlogistisirte Luft in fixe verwandelt wird. Denn hierdurch entsteht weniger Feuer, wie ich oben gezeigt habe; und außerdem geschieht die Erneuerung der Luft nicht geschwind genug. Die fixe Luft hat eine merklich größre specifische Schwere als die gemeine: Hr. Lavoisier fand ihr Verhältniß etwa 70: 47. Obgleich also die Luft, welche an der Flamme alsdann vorbey streicht, durch die Wärme ausgedehnt

gedehnt wird, so erhebt sie sich nur langsam. Wenn aber reine brennbare Luft hervorgebracht wird, wenn durch ihre Zersetzung mit der dephlogistisirten, ein sehr heißer Wasserdunst an ihre Stelle tritt; so bringt die Entbindung dieses Dunstes, der, indem er sich auf einmal durch eine gewisse Masse dieser Luftarten bildet, zerplazt, ein beständig schnelles Aufsteigen der Luft mit der er sich vermischt, hervor, und die Luft erneuert sich um die Flamme herum, nach Verhältniß dieser Geschwindigkeit.

§. 197.

Folgendes ist der allgemeine Gang der Wirkungen bey dieser Lampe: Eine große Hitze, wechselsweise, Wirkung und Ursache, bringt erst eine fast gänzliche Verwandlung des Oels in brennbare Luft, bey der Temperatur, die ich brennende Wärme nannte, hervor. Wenn diese Luft mit der dephlogistisirten in Berührung kömmt, so verwandelt sie sich mit ihr, in einen mit freyem Feuer überladenen Wasserdunst. Die Flamme ist dieser Dunst selbst; die große Wärme, welche sie erzeugt, kömmt von einer großen Menge von plötzlich befreytem Feuer, und ihre glänzende Hellheit, von der um so reichlichern und vollständigern Zersetzung von einem Theil dieses Feuers, je dichter es ist. Nachdem der Wasserdunst sein Feuer, an dem Ort, den die Flamme anzeigt, fahren gelassen hat; so vermischt er sich mit der obern Luft, und erhebt sich schnell mit ihr; daher folgt ihr die untre Luft, mit derselben Schnelligkeit, um die Flamme herum nach, und erneuert also dieselben Wirkungen.

§. 198.

Bisher habe ich nur den Gang vorgetragen, woher die große Erleuchtung bey dieser Lampe entsteht: dies war aber nicht das einzige Stück, was man bey den Lichtern verlangte. Die specifische Schwere der fixen Luft, welche die gewöhnlichen Lichter hervorbringen, trägt immer mehr und mehr zu ihrem matten Lichte bey, in Zimmern, die bey einer zahlreichen Gesellschaft, sehr erleuchtet seyn sollten, und macht hier die Luft ungesund. Gebraucht man aber jene Lampen, so wird die schädliche Luft immer nach der Decke des Zimmers steigen, und durch die obern Oeffnungen entweichen, ihre Stelle aber wird durch frische Luft ersezt werden, welche durch die untern Oeffnungen eindringt. Daher wird man, so wie die Lampen, immer frische Luft bekommen. Man könnte sogar diese Wirkung, für große Gesellschaften, Hospitäler, Schiffe, Gefängnisse, noch befördern, indem man der Luft gehörig vertheilte Oeffnungen machte: und also durch die Ursache selbst, welche die Luft mit verdarb, die besten Ventilators erhalten. Es ist also für unterrichtete Personen, und vermuthlich endlich auch für das Publikum klar, daß Hr. Argand durch seine Lampen der Gesellschaft einen großen Dienst erwiesen hat *).

§. 199.

*) Einige Leute, die vermuthlich auch an der entstehenden Manufaktur, worauf sie weder Zeit noch Geld noch Fleiß verwandt haben, Theil nehmen wollten, haben ausgesprengt, daß Hr. Argand nicht der Erfinder von der Lampe, die er in dies Land gebracht hat, wäre. Ich muß also als Zeuge melden; (welches auch eine große Gesellschaft mit mir bestätigen kann) daß es vor dem Gerichtshofe, welcher über das Patent von Hr. Argand entschieden hat, außer Zweifel gesezt ist, daß er

## §. 199.

Ich komme auf ein andres Symptom, der, an den brennbaren Körpern hervorgebrachten Wirkung, durch die Dauer der brennenden Wärme, in den Theilen, die sich verzehren; welche Wirkung mir, nach dem bisher Gesagten, folgende zu seyn scheint: die fortgesezte Hervorbringung einer brennbaren Luft, begleitet mit diesem Grade der Wärme, und die Zersetzung dieser Luft mit der berührenden dephlogistisirten, welche daraus entspringt. Ein sichres Zeichen dieser Operation ist, die Entstehung des Wasserdunstes, und welches sich auch bey der Verbrennung der entzündbaren Luft, die besonders hervorgebracht und aufbewahrt wird, zeigt, wenn man sie an dem Ende einer kleinen Röhre, durch welche man sie gehen läßt, wodurch eine Art von Lampe bewirkt wird, anzündet.



er der Erfinder dieser Lampe sey. War es also nicht natürlich, daß die Lampen, welche für die Rechnung der H H. Argand, Bolton und Parker, drey scharfsinniger Männer, wovon die beyden leztern, schon in diesem Lande bekannt genug waren, verkauft werden, einen ausdrücklichen Vorzug von denen erhielten, die gern Verdienste belohnen wollen; unabhängig von dem, den man gewöhnlich den Erfindern, in der Ausführung ihrer eignen Erfindungen, bewilligt, wenn die Vollkommenheit der Wirkungen, aus, den Erfindern unbekannten Ursachen entspringt? Die Gegner von Hr. Argand haben auf eine offenbare Weise gezeigt, daß sie nicht verstanden, was sie nachahmten. Denn indem sie sich gegen sein Patent, als ob die Erfindung nicht neu wäre, beklagten; führten sie zum Beweise die thörigte Behauptung an, daß diese Lampe, keine andre, als die Cardansche wäre.

Digitized by Google

§. 200.

Man hat seit kurzem ein sehr sonderbares Phänomen bey diesen Lampen mit brennbarer Luft, beobachtet, wodurch man, vermittelst des Gehörs den Fortgang der Wirkungen, wovon ich bisher geredet habe, wahrnehmen kann. Wenn man den Schnabel einer solchen Lampe, in das Innre einer langen und engen Glasglocke bringt, so hört man einen sehr deutlichen Ton. Dieser Ton rührt nicht, oder doch wenigstens nur zufällig, von dem Klang der geschlagenen Glocke her; er ist von der Natur desjenigen, den eine Orgelpfeife giebt, und modificirt sich auf dieselbe Weise. Es ist also eine Schwingung in der Luft selbst, und wird durch die schnelle Folge, der Bildung reiner sehr ausgedehnter Dünste, und ihrer plötzlichen Zerstörung hervorgebracht, worauf aber bald eine Verdünstung folgt, die sie mit der Luft vermischt.

§. 201.

Ich könnte hier mehrere Beyspiele von Tönen, welche durch die Dünste hervorgebracht werden, erzählen; ich will aber nur bey dem Pfeifen stehen bleiben, das vor dem Kochen des Wassers vorhergeht. Die Ursache dieses Geräusches giebt ein angenehmes Schauspiel ab, in sehr reinem Wasser, das auf ein Feuerbecken, in einem offnen, inwendig gut polirten Gefäße gestellt wird. Dies Geräusch wird von Reihen von Dunstblasen erzeugt, die sich vom Boden des Gefäßes in abnehmenden Kränzen erheben, und die sich inwendig in dem Wasser endigen. Ihre wechselsweise Bildung und Zerstörung bringt dies kleine Geräusch hervor, durch die Stöße des Wassers gegen sich selbst, in den kleinen, durch die zerstörten Dünste gelassenen leeren Räumen. Diese Reihen sind anfangs kurz, sehr klein und enge, und die Töne als-

Digitized by Google

alsdann sehr fein: allmählig aber, werden sie dicker und länger, und die Töne tiefer: wenn sie bis zur Oberfläche des Wassers ohne Abnahme an Volumen kommen; so ändert das Geräusch seine Natur, und das Wasser kocht. Dies ist ein, den Tönen der Lampen mit brennbarer Luft, sehr ähnliches Beyspiel.

§. 202.

Ich mußte die Wirkuugen der Verwandschaften des Feuers, welche die ausdehnbaren Flüssigkeiten hervorbringen, vorausnehmen, weil ich sonst die Phänomene der Wärme, welche aus der Verbrennung fester und flüssiger Körper entstehen, nicht hätte zergliedern, und so den Theil an hervorgebrachtem Feuer, der nothwendig von diesen Substanzen herrühren muß, zeigen können. Ich werde aber wieder auf die ausdehnbaren Flüssigkeiten kommen, um sie genauer unter demselben Gesichtspunkte zu betrachten, nachdem ich den Antheil, welchen das Feuer an dem Daseyn der flüssigen Körper hat, angezeigt habe.

## Fünfter Abschnitt.

### Von den Phänomenen der Wärme in Beziehung auf das Zerschmelzen.

§. 203.

Ich habe schon oben gesagt, worinn das Flüssigseyn nach meiner Meynung zu bestehen scheint: nämlich in dem geringen Zusammenhange der Theilchen einer Substanz, bey ihrer Berührung, ob sie gleich unter sich ein Bestreben auf einige Entfernung haben. Aus der ersten Eigenschaft entspringt ihr Vermögen, sich immer an dem nie-

Digitized by Google

niedrigsten Orte, den sie erreichen können, gleich hoch zu stellen; indem sie auf diese Weise ohne Widerstand den Gesetzen der Schwere gehorchen, und aus der lezteren, das Bestreben sich sphärisch zu stellen, wenn sie frey sind.

§. 204.

Ich kenne keine einfache Substanz, die an sich selbst flüssig sey; es scheint mir, glaube ich, daß die Theilchen jeder flüssigen Substanz diese distinctive Eigenschaft ihrer Zusammensetzung verdanken. Damit ein fester Körper flüssig werde, müssen seine Theilchen aufhören, im Berühren, wie sie es vorher waren, stark verbunden zu seyn, und statt der Gleichgültigkeit, die sie dennoch unter sich zeigten, wenn sie auf die kleinste merkliche Distanz gekommen waren, ein Bestreben auf eine gewisse Entfernung annehmen; und diese Veränderung äußert sich immer, durch jede neue chemische Verbindung dieser Theilchen mit irgend einer andern Substanz.

§. 205.

Die allgemeinste und vielleicht die einzige Verbindung, welche diese Veränderung in dem Bestreben der Theilchen der festen Körper hervorbringt, ist die Verbindung einer gewissen Menge Feuer mit ihren Theilchen. Dies ist, sage ich, wenigstens die allgemeinste; denn sie betrift alle Schmelzungen, die nur von Vermehrung der Wärme herrühren. Sie findet also statt, bey allen öligten, harzigen und mineralischen flüssigen Körpern, welche bey verschiedenen Graden der Wärme, durch das Schmelzen der zuvor festen Körper, entstehen. Vorzüglich hat sie aber, in dem am allgemeinsten verbreiteten flüssigen Körper statt, der auch als Basis in so viele andre Substanzen dieser Klasse eingeht, nämlich

bey

Digitized by Google

bey dem Wasser. Ich will erst von dieser Ursache des Flüssigseyns reden, und da alle Schmelzungen, welche daraus entspringen, von einerley Natur mit der sind, welche das Wasser bildet; so will ich mich auf diese einschränken.

§. 206.

Ich habe schon oben (§. 179) ein Grundphänomen in dieser Klasse angezeigt; nämlich das Schmelzen einer Masse Eis am Feuer, das die Kugel eines Thermometers umgab, welches während des Zerschmelzens sich nicht änderte. Dieses Phänomen beweißt also grade zu, daß das Feuer, welches in das Eis, das im Begriff ist zu schmelzen, eindringt, hier keine Vermehrung der Wärme hervorbringt, und daß seine einzige Wirkung in der Verwandlung eines festen Körpers (des Eises) in einen flüssigen (das Wasser) besteht. Ich will jezt das Daseyn derselben Ursache, durch das grade umgekehrte Phänomen zeigen, nämlich die Befreyung des Feuers, welches das Flüssigseyn in dem Wasser hervorbrachte, wenn dieses die Eisgestalt wieder annimmt.

§. 207.

Wenn man eine kleine Menge Wassers in einem Kolben, worinn man ein Thermometer gestellt hat, von Luft reinigt, so kann sich dieses Wasser weit unter dem gewöhnlichen Eispunkt, ohne zu gefrieren, erkalten. Ich habe Wasser in diesem Zustande, einer natürlichen Temperatur der Luft, die es mehrere Tage etwa bey — 8° meiner Skale oder 14° Fahr. hielt, ausgesezt, und es blieb flüssig. Die Berührung eines kleinen Stückgen Eises, macht einen Theil von so erkaltetem Wasser plözlich gefrieren; aber sogleich erwärmt das, durch die gefror-

gefrornen Theile befreyte Feuer das übrige Wasser, und bringt alles zu der Temperatur, wo das Wasser gewöhnlich gefriert: die Masse behält diese Temperatur, bis sie ganz in Eis verwandelt ist; und nachgehends richtet sie sich nach der äußern Temperatur.

§. 208.

Hr. de la Place erklärt in der schon genannten Abhandlung über die Wärme, die Langsamkeit des gewöhnlichen Gefrierens des Wassers, auf dieselbe Weise, und bemerkt: daß eine Masse Wasser, von der Temperatur des schmelzendes Eises, müßte, um von diesem Punkte wegzugehen, eine Menge Wärme, ohne zu gefrieren, verlieren können, die derjenigen gleich sey, welche es verschluckt, indem es sich aus dem Eise bilde, um auf einmal ganz zu gefrieren, und daß, wenn es gefroren ist, es wieder die Temperatur des schmelzenden Eises habe.

§. 209.

Dieses Phänomen der, so zu sagen, auferweckten Wärme, bey einer Masse Wasser, die über den Gefrierpunkt erkaltet ist, ist demjenigen, das ich oben (§. 17) erzählt habe, umgekehrt analog, wo Wasser, ohne zu kochen, um 9 $\frac{4}{5}$° meiner Skale den Siedpunkt überstiegen hatte, und sobald es zu kochen anfieng, dahin zurückfiel, weil die Ursachen dieser entgegengesezten Rückgänge, diejenigen sind, welche die Beständigkeit der Wärme des siedenden Wassers und schmelzenden Eises hervorbringen.

§. 210.

## §. 210.

D. Black hat zuerst versucht die Wärme zu bestimmen, welche das Eis, indem es schmelzt, verschluckt. Es gelang ihm, indem er auf eine sehr scharfsinnige Weise, die Menge der Wärme beobachtete, welche einer Masse Eis, während ihres Schmelzens durch die bloße Temperatur des Orts mitgetheilt werde: und umgekehrt durch die Menge Wärme, welche sie heißem Wasser raubte, indem er bekannte Massen Eis von einer bestimmten Temperatur, und zu einem gewissen Grad erwärmtes Wasser vermischte, und die Temperatur der Mischung, wenn das Eis gänzlich geschmolzen war, beobachtete, und dabey auf die Wirkungen, welche durch fremde Ursachen hervorgebracht waren, rechnete: folgenden allgemeinen Schluß hat er aus diesen Versuchen gezogen. Eine Masse Eis, die im Begriff ist zu schmelzen, nimmt einer gleichen Masse Wasser, 140° der Wärme nach Fahrenh. ohne daß sie die Temperatur ändert, und indem sie sich allein in Wasser verwandelt. Wenn man z. B. eine Masse Eis, bey der Temperatur von 32° dieses Thermometers nimmt, und sie mit einer gleichen Menge Wasser von 172° vermischt, so wird, wenn das Eis geschmolzen ist, die ganze Wassermasse 32° haben. Diese Menge von 140°, welche 62 $\frac{2}{9}$° meiner Skale gleich sind, hat D. Black die verborgene Wärme des Wassers genannt.

## §. 211.

Hr. Watt, welcher die Versuche seines Freundes des Hr. Black kannte, war so gütig, sie in meiner Gegenwart zu wiederholen. Wir gebrauchten Schnee von einer beobachteten Temperatur, die etwas unter der, des schmelzenden Eises war, weil, wenn zerflossenes Eis

oder Schnee im Zustande des Schmelzens sind, sie immer eine gewisse Menge Wasser beygemischt halten, welche Gewicht giebt, ohne zum Verlust der Wärme beyzutragen. Mit dieser Aufmerksamkeit, war das mittlere Resultat unsrer Versuche nicht sehr von dem Blackschen verschieden.

§. 212.

Die H H. Lavoisier und de la Place haben diesen Versuch wiederholt, und statt 62 $\frac{2}{9}$ nur 60°, als die Menge der Wärme, welche zur Bildung des Wassers verschwindet, gefunden. Wenn sie ihren Eisapparat gebraucht haben, so kann dieser Unterschied daher rühren, daß das zerstoßene Eis, welches die Wärme verschluckte, sich nach dem Versuche weniger mit Wasser vermischt befand, als im Anfange. Denn, wie ich oben sagte, ein wenig schon erzeugtes Wasser, enthält schon eine kleine Menge verborgene Wärme, welche die gefundene Menge vermindert.

§. 213.

Das Wasser ist das größte Phänomen des Flüssigseyns; und nach den einzigen Versuchen, die ich erzählt habe, würde ich kein Bedenken tragen, es einer chemischen Verbindung des Feuers mit dem Eise zuzuschreiben, wenn ich nicht noch andre Phänomene hätte, diese Meynung zu unterstützen. Die einzige Hypothese, die man etwa einwenden möchte, scheint mir diese; daß eine Vermehrung der Kapacität in der Substanz, welche zerschmelzt, die Ursache des Verlusts der Wärme ist, den man alsdann bemerkt. Ich habe aber mehrere Einwürfe gegen diese Hypothese, und will sie entwickeln. Ich fürchte bey diesem Gegenstand nicht zu weitläuftig zu seyn, weil er noch neu in der Physik ist, und man ihn noch nicht aus allen Gesichtspunkten betrachtet hat.

§. 214.

§. 214.

Das erste was man bey dieser Hypothese prüfen muß, ist: ob in der That zwischen dem Wasser und Eise ein Unterschied der Kapacität sey, dem man die Veränderungen beymessen könnte, welche die Wärme erfährt, wenn sich eines in das andre verwandelt. Man hat diesen Unterschied nach den unmittelbaren Anzeigen des Thermometers vorausgesezt, da, erhiztes Wasser und erkaltetes Eis, die Wärme derselben Substanz z. B. des Quecksilbers, abgesondert modificirt haben. Ich warf aber hierüber dem D. Crawford ein, daß man nach den bloßen Versuchen, die man noch über den Gang des Thermometers, in Vergleichung mit dem der Wärme, gemacht habe, nicht berechtigt sey, gleiche Grade des Thermometers als die Anzeige unter sich gleicher Unterschiede der Wärme zu betrachten; und bis dieser Punkt genau bestimmt wäre, schiene es, daß der angenommene Unterschied, zwischen der Kapacität des Wassers und des Eises, nur vom Thermometer herrühre. Das gefundene Verhältniß zwischen der Kapacität des Eises und des Wassers ist 9 : 10. Die Versuche aber (welche mir nicht bekannt sind), woraus man dies Verhältniß geschlossen hat, haben müssen bey hinlänglich großen Unterschieden in der Temperatur gemacht seyn, damit 9° des Thermometers, bey der, welche das Eis angeht, an 10° bey der, des Wassers, gleich wären, was die wirkliche Menge der Wärme betrifft. Dies kann man aus der Tafel der correspondirenden Gänge, der wirklichen Wärme und des Quecksilberthermometers schließen, die ich in meinem Werke über die Modifikationen der Atmosphäre §. 422. gegeben habe,

§. 215.

D. Crawford hat mir vor kurzem berichtet; daß, da er mit vieler Sorgfalt die Versuche bestätigt habe, welche dieser Tafel zum Grunde dienen, er in Absicht ihrer Natur ähnliche Resultate mit mir, gefunden hätte, die aber in Absicht der Menge etwas verschieden wären, d. h. daß der Gang des Quecksilberthermometers, nicht so sehr von dem Gange der Wärme abweiche, wie ich es nach meinen Versuchen bestimmt habe. Dies ist leicht möglich, denn indem ich diese Versuche beschrieb, äußerte ich selbst dabey Zweifel, über ihre Genauigkeit. Ich habe aber nicht weniger Grund, aus dieser ersten Betrachtung zu schließen, daß, als man die so große Hypothese in der Physik, daß alle freywillige Phänomene der Wärme, von den Verändrungen in den Kapacitäten der Substanzen herrührten, ersann; man noch sehr entfernt war, die gehörigen Angaben, um sie fest zusetzen, zu haben. Dies wird sich noch besser aus andern Betrachtungen ergeben, die ich dieser erstern beyfügen will.

§. 216.

Wenn man von dem Gange des Thermometers versichert wäre, und es einen merklichen Unterschied, zwischen den durchs Eis und durch das Wasser in der Wärme einer dritten Substanz hervorgebrachten Modifikationen angezeigt hätte; so könnte man doch daraus noch nicht schließen, daß dieser Unterschied von einer verschiedenen Kapacität des Wassers und des Eises herrühre: denn er könnte auch durch eine Verändrung in der Kapacität der dritten Substanz entstehen, welche man bey verschiedenen Temperaturen nothwendig gebraucht. Dies ist ein Punkt, den man noch nicht be-

stimmt

stimmt hat; und da ich ihn dem D. Crawford einwandte, ließ ich ihn zugleich bemerken, daß, indem man das Wasser zum gemeinschaftlichen Punkt der Vergleichung wählte, bey den Temperaturen, in denen es angewendet werden kann, man diejenige Flüssigkeit wählte, von der man am natürlichsten vermuthet, daß sie die Kapacität durch Veränderungen der Temperatur verändre; wenn man diejenigen betrachtet, welche es in seinem Widerstande durch dieselbe Menge von Feuer ausgedehnt zu werden, erleidet, mit welchem Widerstande wahrscheinlich Verändrungen in der Kapacität, die man nur durch unmittelbare Versuche kennen kann, verbunden sind.

## §. 217.

In dieser leztern Rücksicht, will ich hier eine Stelle, eines Briefes von H. Prof. Lichtenberg, aus Göttingen den 21. März 1785. mittheilen, die meinen Lesern gewiß angenehm seyn wird: „Sie haben so viele Versuche über die comparativen Ausdehnungen flüssiger Körper durch die Wärme angestellt; aber haben sie wohl schon auf eine Methode gedacht, das Flüssigseyn zu messen? Es fiel mir nämlich eine Idee ein, die in geschicktern Händen, auf etwas merkwürdiges führen könnte. Ich fand, daß dieselbe Menge heißes Wasser, weit mehr Tropfen gab, als wenn sie kalt ist; welches ohne Zweifel von einem größern Flüssigseyn herrührt. Dies bemerkt man noch mehr am Oele. Wenn man aber die Wärme, wo nicht als die einzige, doch als die vorzüglichste Ursache des Flüssigseyns betrachtet, so fragt es sich, ob diese Wärme, welche gebraucht wird, um die Flüssigkeit noch flüssiger zu machen, nicht verborgene wird, oder für das Thermometer verloren geht. Ich glaube, daß man daran fast nicht zweifeln kann. Denn eine Menge Wärme, die zu einer gewissen Wirkung an-

gewandt wird, kann nicht kräftig, sich zu einer andern Wirkung verwenden. Ich verstehe hierunter, daß die, um Flüssigseyn hervorzubringen gebrauchte Wärme, für das Thermometer verloren ist. So daß ich mir leicht einen flüssigen Körper denken könnte, auf welchen die Wärme keine andre Wirkung hätte, als ihn nur flüssig zu machen, ohne daß er eine Vermehrung der Wärme zeigte. Sie haben selbst den merkwürdigen Unterschied, zwischen den Ausdehnungen des Quecksilbers und Wassers gezeigt; und wenn jemals eine Betrachtung aus den Endursachen gezogen, meine Bewundrung erregt hat: so war es die ihrige, indem sie zeigten (Gesch. der Erde 2c.) welche Verwüstung in der organischen Natur entstehen würde, wenn das Wasser, sich wie das Quecksilber, in Verhältniß mit der Wärme, ausdehnte."

## §. 218.

Hr. de la Place hatte in seiner Abhandlung über die Wärme, dieselbe Idee über eine neue verborgene Wärme geäußert, welche durch die Ausdehnung der Körper, so Wärme aufnehmen, erzeugt wird; er drückt sich also aus: „Weil die Ausdehnung, das Schmelzen und die Verdunstung Wirkungen der Wärme sind; so kann man mit vieler Wahrscheinlichkeit vermuthen, daß bey der Hervorbringung der ersten Wirkung, so wie bey den andern, eine gewisse Menge Wärme verschluckt werde, und welche also aufhört, aufs Thermometer zu wirken; da aber der Uebergang des Körpers zu seinen verschiedenen Zuständen der Ausdehnungen, durch unmerkliche Stufen geschieht, so kann man die, auf diese Art verschluckten Mengen von Wärme, nur durch die Vermehrungen seiner specifischen Wärme (d. i. der Kapacität) gewahr werden. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß die specifische Wärme der Körper, mit ihrer

rer Temperatur zunehme, aber nach, für einen jeden, verschiedenen Gesetzen, die von ihrer besondern Einrichtung abhangen: dies ist eine neue Ursache den Grundsatz zu verwerfen, daß die absoluten Mengen der Wärme, den specifischen Wärmen proportional wären."

## §. 219.

Man sieht also, daß zween berühmte Physiker, die Idee bestätigt haben, nach der ich anfangs, dem D. Crawford diesen Einwurf machte, daß die specifischen Kapacitäten der Substanzen, aus vergleichenden Versuchen mit derselben Substanz, die nicht immer von einerley Temperatur war, geschlossen, nicht sicher wären; weil diese Substanz mit der veränderten Temperatur, auch die Kapacität ändern könnte: hierauf gehen die ähnlichen Bemerkungen der H H. de la Place und Lichtenberg. Ueber die besondern Ideen, die sie außerdem anführen, ist dies meine Meynung.

## §. 220.

Was das von Hr. Lichtenberg beobachtete Phänomen betrift, nämlich, einer größern Menge Tropfen, bey einer Flüssigkeit, die aus demselben Gefäße, durch dasselbe Loch, fließt, wenn sie wärmer ist; so sehe ich es als einen neuen Beweis des gegenseitigen Bestrebens, der Theilchen der Flüssigkeiten unter sich, auf eine gewisse Entfernung an, das ich als ein auszeichnendes Merkmal des Flüssigseyns (Liquidité) angegeben habe. Dieses Merkmal offenbart sich auch, durch ein Phänomen, bey den flüssigen Körpern, zu dessen Erklärung es dient; nämlich durch die abgerundete Gestalt, welche kleine Massen, so wie Tropfen, annehmen. Ich habe es oben (§. 9.) in dem Gange des Wasser-Thermometers gezeigt, indem ich bemerken ließ, daß, je mehr die Wasser-

ſertheilchen ſchon von einander abſtänden, deſto weniger Widerſtand äußerten ſie, um von neuem entfernt zu werden; welches ein offenbares Merkmal des Beſtrebens nach Entfernung iſt: und auch hiedurch beſtätigt mich, das von Hr. Lichtenberg entdeckte Phänomen, in meiner Meynung. Die Bildung der Tropfen entſpringt von dieſem Hange der Theilchen der Flüſſigkeiten, unter ſich verbunden zu bleiben. Je größer dieſer Hang iſt, deſto größer ſind die Tropfen, weil ſie der Schwere, die ſich ihrer Bildung widerſezt, mehr Widerſtand thun. Jede Urſache, welche dieſen Hang ſchwächt, muß auch den Fall der Tropfen beſchleunigen, und dies bringt die Vermehrung der Wärme hervor, welche den Abſtand der Theilchen unter einander vermehrt. Ich würde verſchiedene Verſuche auf dieſe Weiſe zu machen erſonnen haben, wenn Hr. Lichtenberg mir nicht in demſelben Briefe zuvor gekommen wäre, daß das Anhängen der Tropfen an das Gefäß, dabey ſolche Unregelmäßigkeiten hervorbrächte, daß man hier zwar das allgemeine Phänomen deutlich ſehen, aber den unterſchiedlichen Gang verſchiedener Flüſſigkeiten nicht beſtimmen könnte.

§. 221.

Was die den H. H. Lichtenberg und de la Place gemeinſchaftliche Idee betrift, daß die Wärme, welche angewandt wird; entweder nach dem erſten, das Flüſſigſeyn zu vermehren, oder nach dem leztern, bloß Ausdehnung hervorzubringen; verborgene werden müſſe, ſo wie die, welche das Schmelzen erzeugt, ſo will ich meine eignen Ideen über die hier verglichenen Phänomene vortragen, indem ich eine Sprache gebrauche, an welche meine Leſer jezt hoffentlich gewöhnt ſind, weil die Wörter Wärme und verborgene Wärme, noch

zu

zu zweydeutig sind, als daß man auf eine gemeinschaftliche Sprache rechnen könnte.

§. 222.

Das Zerschmelzen ist ein ~~ganz verschiedenes Phänomen~~ von einer größern oder geringern Ausdehnung eines schon gebildeten flüssigen Körpers, deren Grade nur einen größern oder geringern Hang seiner Theilchen unter einander hervorbringen. Das erste ist eine wahre Verändrung des Zustandes in der Substanz: die Grade der andern sind nur Modifikationen desselben Zustandes. Das Feuer aber, als unmittelbare ~~Wirkung~~ dieser beyden verschiedenen Phänomene, erleidet dabey selbst sehr verschiedene Modifikationen. Um zuerst vom Zerschmelzen zu reden, so bringt es dasselbe hervor, indem es sich mit den Theilchen des festen Körpers verbindet: und dadurch erfolgt unmittelbar ein Verlust an Wärme; weil sich weniger Feuer beschäftigt, sie in der Substanz hervorzubringen. D. Black hat den Ausdruck verborgne Wärme erfunden, und ihn gebraucht, indem er das Phänomen des Zerschmelzens beschrieb: also sieht man, worauf er angewendet ist. Um aber alle Zweydeutigkeit zu heben, habe ich das, was in dem ersten Phänomen verborgne Wärme ausgedruckt ist, verborgenes Feuer genannt; worauf die verschiedenen Grade der Ausdehnung des gebildeten flüssigen Körpers, keine Beziehung mehr haben.

§. 223.

Die Vermehrung der Menge des Feuers in jedem Körper, bringt hier eine Vermehrung der Wärme, welche von der Ausdehnung begleitet ist, hervor. Von der Wärme selbst also, als schon vorhanden, und am Thermometer das sie abmißt, sichtbar, rührt die Aus-

dehnung her, ohne daß dabey Feuer verborgen werde. Die Wärme, in der Bedeutung, wie ich dies Wort immer genommen habe, ist nichts anders, als der wirkliche Grad der ausdehnenden Kraft des Feuers. Durch Vermehrung dieses Grades, erleidet der Körper eine größre Ausdehnung. Kein Theil des Feuers, wird also verborgen, oder in dem Fortgange der Ausdehnungen unwirksam, weil diese von seiner Wirksamkeit herrühren.

§. 224.

Ich habe aber oben (§. 163.) erklärt, wie dieselbe Menge Feuer, immer wirksam, immer durch die Wärme merklich, mehr oder weniger ausdehnende Kraft, in verschiedenen Substanzen ausüben, d. h. mehr oder weniger Wärme hervorbringen könnte. Hierinn habe ich die Verschiedenheiten der Kapacität der Substanzen gesezt, und zur Ursache, die verschiedenen Beschaffenheiten ihrer Poren angegeben. Wenn eine Substanz sich durch die Wärme ausdehnt; so ist hier ohne Zweifel, in der Summe der Poren eine durch die Ausdehnung selbst bestimmte Vermehrung; es ist aber nichts bestimmtes, was ihre Beschaffenheit betrift: die Poren können in derselben Anzahl bleiben, und sich nur vergrößern; sie können sich im Gegentheil auch verkleinern, indem sie in größerm Verhältniß zahlreicher werden; in einem oder dem andern Falle können sie ihre Verbindung und Gestalt verändern. Alle diese Verschiedenheiten haben aber auf die Kapacität Einfluß; da man sie aber nicht gewahr wird, so kann man nur durch unmittelbare Versuche erfahren, was in diesem Betracht, den Substanzen in ihren verschiedenen Graden der Ausdehnung begegnet. Ich hatte davon eine Art erdacht, die ich 1781. Hr. de la Place mittheilte, wir haben

sie

Digitized by Google

sie aber beyde noch nicht versucht. Es kam darauf an, mit verschiedenen Arten von Flüssigkeiten dieselben Versuche zu wiederholen, die ich mit dem Wasser gemacht habe, um die comparativen Gänge des Thermometers und der Wärme zu suchen, und dadurch zu sehen, ob jede Flüssigkeit denselben Gang anzeigen würde, welches nicht gewiß und zu wissen wichtig ist. Indeß will ich, nach der Ungewißheit, worinn wir in Betracht der Wirkung der Veränderungen der Temperatur auf die Kapacitäten der Substanzen schweben, mit Hr. de la Place schließen, daß es ein neuer Grund ist, die Meynung, welche die absoluten Mengen der Wärme, der specifischen Wärme proportionell annimmt, d. h. den, auf die bisher gewöhnliche Art geschlossenen Kapacitäten, zu verwerfen.

§. 225.

Ich komme auf eine dritte Ursache, diesen Grundsatz nicht anzunehmen. Wenn man mit Gewißheit gefunden hätte, daß die Kapacität des Wassers, um eine gewisse bestimmte Menge größer ist, als die des Eises; so dürfte man doch nicht schließen, daß jeder Verlust der Wärme, den man beym Schmelzen des Eises bemerkt, von diesem Umstande herrühre. Denn man müßte noch wissen, was die absolute Menge der Wärme des schmelzenden Eises wäre; und zeigen, daß der bemerkte Verlust an Wärme, ein aliquoter Theil davon, und dem Verhältniß der beyden Kapacitäten gleich sey. Die Anhänger des Systems, das ich jezt prüfe, zweifelten so wenig an seiner Gründlichkeit, daß sie sogar aus diesem Verlust an Wärme den sie erklären sollten, die gänzliche Menge der im Eise enthaltenen Wärme schlossen. Indessen hatte jeder von diesen Punkten auf gleiche Weise einen direkten Beweis nöthig, ehe er

dazu dienen konnte, den andern zu bestätigen: daher in dem Gange ihres Schliessens ein irriger Cirkel ist. Ich zeigte dies dem D. Crawford an, der es eingestand; und da ich direkte Beweise gegen die Grundhypothese hatte, worauf ich noch kommen werde, so sagte ich ihm, daß die Frage vermuthlich unter uns würde entschieden werden, wenn man die absolute Menge der Wärme auf verschiedenen Wegen, derselben Bahn suchte. In der That, wenn Verändrungen der Kapacität die einzige Ursache, von den freywilligen Phänomenen der Wärme sind; so werden jedesmal, wenn man die comparativen Kapacitäten der Substanzen, vor und nach dem Phänomen, und die Menge, um welche die Wärme vermehrt oder vermindert ist, wird bestimmt haben, die Resultate dieselbe Menge der absoluten Wärme der Körper bey einer gewissen Temperatur, geben müssen. Ich zeigte aber schon dem D. Crawford in einigen Versuchen von Hr. Kirwan, die sich auf die Auflösungen der Salze, und die Vermischung des Weingeistes mit Wasser beziehen, Resultate, welche dieser nothwendigen Folge aus der Hypothese widersprechen; und bemerkte dabey, daß, je mehr man sie dem Versuche unter dieser Gestalt aussetzen würde, desto weniger würde sie sich halten können.

## §. 226.

Meine Vermuthung hierüber fand sich bald bestätigt; denn etwa ein Jahr nachher erschienen die Versuche der H. H. Lavoisier und de la Place die ich angeführt habe, und von denen mehrere zur Absicht hatten, diese Frage zu entscheiden. Ich kenne keine so sichre Methode, wie die ihrige, für Versuche von dieser Art; und die Resultate waren so, wie ich sie erwartet hatte, d. h. es fanden sich sehr große Abweichungen in der behaup-

haupteten Menge der absoluten Wärme, die nach der Hypothese angegeben war. Ich will sie nicht umständlich beschreiben, da sie schon bekannt sind, und nur die verschiedenen Zahlen der Grade meiner Skale abschreiben, welche die absoluten Mengen der Wärme, bey der Temperatur des schmelzenden Eises in denjenigen Versuchen, die dieselbe als eine positive Menge angaben, bezeichneten diese Zahlen sind 1538, 3242, 1169: da die erste Menge, welche man aus dem Schmelzen des Eises geschlossen hatte, ohngefähr 600. war: hier ist also schon eine große Abweichung. Die Hypothese wurde aber sogar, durch zween andre Versuche widersprechend, wo sie negative Größen, für die absolute Wärme des schmelzenden Eises angiebt, welches ich in den beyden oben angeführten Fällen den D. Crawford hatte bemerken lassen.

## §. 227.

Die absolute Wärme der Körper bey einer gegebenen Temperatur, bleibt uns also unbekannt: ehemals dachte man daran nicht; man nannte doppelte, dreyfache Wärme, doppelte, dreyfache Zahlen der Grade über den willkührlichen Nullpunkt des Thermometers. Nachdem man diesen Irrthum erkannt, verfällt man vielleicht in den entgegengesezten Fehler, daß man die absolute Wärme, als noch sehr groß, bey den niedrigsten Temperaturen, die wir beobachten können, ansieht. die Versuche des Hr. Braun, welche er zu Petersburg, über das Gefrieren des Quecksilbers anstellte, haben dieser Meynung Glauben verschaft. Er sahe dabey das Thermometer von de Lisle bis 650° oder — 568 $\frac{3}{4}$° Fahrenh. oder — 267° meiner Skale herabfallen, und alsdann gefror das Quecksilber. Wir lernen aber aus einer sehr merkwürdigen Abhandlung von D. Blagden, in

in Rücksicht der Versuche, die Hr. Hutchins in der Hudsonsbay, unter seiner und des Hr. Cavendisch Aufsicht, (Philos. Trans. 1784) anstellte, daß diese Bestimmung der Temperatur, wo das Quecksilber gefröre, ein Versehen sey, weil dieser Körper in dem Augenblick, da er gefriert, eine plötzliche Zusammenziehung leidet, welche derjenigen ähnlich ist, die ich beym Baumöl bemerkte (Untersuchung über die Modifikationen der Atmosphäre §. 414. q.) und daß die Temperatur, wo ihm diese Modifikation widerfährt, nach einem Weingeist-Thermometer — 40° Fahrenh. oder 210° de Lisle sey. Es bleibt also keine Thatsache übrig, woraus wir schliessen könnten, daß, wenn das Quecksilber gefriert, seine absolute Wärme noch sehr groß wäre, und folglich können die Begriffe, die man sich davon, nach indirekten und zweydeutigen Betrachtungen machen kann, nicht als Beweise bey irgend einem streitigen Gegenstande zugelassen werden.

## §. 228.

Ich komme nun auf den besondern Grund, den ich gleich anfangs hatte, an der untersuchten Hypothese zu zweifeln, nämlich an der: „daß Verändrungen in der „Kapacität der Substanzen, die allgemeine Ursache aller „Phänomene der Vermehrung oder Vermindrung der „Wärme sind, welche sich ereignen, ohne daß fremde „Substanzen, denen, die bey dem Phänomen im Spiele „sind, dergleichen mittheilten oder nähmen." Dieser allgemeine Grund ist, daß, wenn man diese Hypothese annimmt, die größten Phänomene der Natur auf unsrer Erde, ohne Erklärung bleiben. Ich will es an dem Flüssigseyn zeigen; und man wird es in allen ähnlichen Fällen sehen, ohne daß ich den Beweis wiederhole.



Digitized by Google

§. 229.

Das Zerschmelzen ist unstreitig eines von den wichtigsten Phänomenen auf unsrer Erde, und wenn man von Ursachen handelt, muß diesem eine beygelegt werden. Sagt man, dies bewirke die Wärme, ohne zu sagen wie; so heißt das nur die Sache wiederholen. Wenn das Eis zu einer gewissen Temperatur gekommen ist, so schmelzt es, aber warum? Mit einigen Physikern vorzugeben, daß die Theilchen eines festen Körpers, durch die Wärme getrennt, nicht mehr so vielen Zusammenhang unter sich haben, also weniger Reiben erleiden, und daher ohne Mühe ihrer gegenseitigen Attraktion und Schwere nachgeben, hieße hier der Thatsache widersprechen: denn wenn das Eis schmelzt, nimmt sein Volumen ab. Die Wärme muß also auf eine andre Weise wirken, um das Flüssigseyn hervorzubringen. Ein Umstand, den man alsdann bemerkt, muß Beziehung auf die Ursache des Phänomens haben: in dem Augenblicke nämlich, da das Schmelzen vor sich geht, ändert sich die Temperatur der Substanz nicht, ob man gleich fortfährt ihr Wärme mitzutheilen. Dieselbe Ursache also, welche bey andern Umständen, eine Vermehrung der Wärme würde hervorgebracht haben, bringt jezt keine hervor; sondern das Schmelzen geht vor sich. Dieses ist also ein Weg, der zu einer wirklichen Erklärung dieses Phänomens der Wärme führen müßte. Es käme nur darauf an, einen Begriff von der Ursache der Wärme zu geben, und von der Art, wie sie die eine und andre von diesen Wirkungen hervorbringt, aber allein, die eine oder andre auf einmal, und dies glaube ich gethan zu haben.

§. 230.

§. 230.

Nun wollen wir im Gegentheil sehen, was die Hypothese, die ich prüfe, umwirft. Der Verlust der Wärme, den man im Augenblick des Schmelzens bemerkt, kömmt, sagt man, von der Verändrung der Kapacität der Substanz her. Die Wärme nimmt also nur dann ab, wenn sie die Kapacität verändert: wenn sich aber die Kapacität verändert hat; so haben wir schon einen flüssigen, anstatt des festen Körpers. Was hat also diese Verwandlung hervorgebracht? Hierum bekümmert man sich nicht; und so läßt man eines der wichtigsten Phänomene ohne Ursache, um das zu erklären, was nur ein Nebenumstand ist. Denselben Fehler findet man, und noch auf eine auffallendere Art, bey dem Verdampfen, wovon ich hernach reden werde, und überhaupt bey allen Phänomenen, wo man große Verändrungen der Wärme wahrnimmt. Indem man sich nur, sage ich, mit diesen lezten Verändrungen beschäftigt, und sie überall den Verändrungen der Kapacität beymessen will, läßt man viele andre, nicht weniger wichtige Umstände als dieser ist, ohne Ursachen. Die mittlere Kapacität zusammengefügter Substanzen, kann sich nicht ändern, ohne daß sich nicht eine andre wesentliche Verändrung ereigne, wovon jene nur eine Folge ist. Wenn man also annimmt, daß sich alsdann nur die Wärme ändre, so muß man den vorhergehenden Wirkungen eine andre Ursache geben; hierum bekümmert man sich jedoch nicht. Dieses war die allgemeine Betrachtung, die mich an der Hypothese zweifeln ließ, ehe ich noch selbst ihren eigentlichen Grund geprüft hatte: und diese Prüfung bestätigte mich in meiner Meynung. Ich werde noch neue Gründe angeben, wenn ich andre Phänomene der Wärme behandle.

§. 231.

Digitized by Google

§. 231.

Da die Verändrung der Kapacität des in Wasser verwandelten Eises, die einzige Ursache war, der man den alsdann bemerkten Verlust an Wärme zuschrieb, und da diese Ursache nicht gegründet ist, so komme ich in dieser Rücksicht auf mein System, nämlich, daß eine Verbindung des Feuers mit den Eistheilchen durch Verwandschaft die unmittelbare Ursache des erstern Umstandes des Phänomens, das man erklären sollte, nämlich der Verwandlung dieses festen Körpers, in einen flüssigen, sey. Dadurch erklärt sich der zweyte Umstand, die Verminderung der Wärme, unmittelbar; weil das Feuer, welches sich also mit dem Eise verbindet, um Wasser hervorzubringen, hiedurch selbst aufhört, zu der Wärme beyzutragen. Diese beyden gleichzeitigen Umstände, Wirkungen von derselben Ursache, sind allen Fällen gemein, wo das Schmelzen unmittelbar durch die Wärme allein bewirkt wird. Eine allgemeine Beobachtung reicht zu, um zu begründen, daß bey allen diesen Schmelzungen auch ein Verlust an Wärme sey; weil sie sich bey homogenen Substanzen, immer bey derselben Temperatur ereignen, und diese Temperatur während des Schmelzens unveränderlich ist. Denn weil das Feuer, welches fortfährt in die Substanz zu dringen, hier alsdann nicht mehr die Wärme vermehrt, so muß es wohl verborgenes werden: alle diese Phänomene sind also von einerley Natur, mit dem Zerschmelzen des Eises. Diese Unveränderlichkeit der Temperatur bey Substanzen, die durch die bloße Wirkung des Feuers schmelzen, war schon von Newton entdeckt, und er hatte sogar daher die Idee zu einer Thermometer-Skale genommen; weil ich sie nicht aus ihrer Quelle geschöpft hatte, so gab ich ihr nicht die verdienten Lobsprüche, als ich dieselbe in meinem Werke



Digitized by Google

über die Modifikationen der Atmosphäre beschrieb. Ich will also das Unrecht wieder gut machen.

## §. 232.

Dem Hr. Vandermonde verdanke ich es, über diesen Plan des Newton zu Entwerfung einer Thermometer Skale, meinen Irrthum erkannt zu haben. In der Unterredung, die wir zu Paris 1781. über verschiedene Gegenstände die Wärme betreffend, und besonders über meinen Versuch, am Thermometer das Verhältniß der Ursache mit ihren Wirkungen zu bestimmen, hielten, welches schon die Absicht von Newton gewesen war, ließ er es mich bemerken. Dieser Plan bestand darinn: 1. Eine ziemlich große Masse Eisen, damit ihr Erkalten sehr langsam geschähe, erwärmen zu lassen. 2. Sie an einem Orte erkalten zu lassen, wo man durch einen Luftstrom einerley Temperatur erhielte. 3. Nach und nach auf diese Masse Eisen, kleine, unter sich gleiche Massen, von verschiedenen Substanzen zu stellen, die bey verschiedenen Graden der Wärme zerschmelzen. 4. Endlich die Zeiten zu beobachten, in denen, jede dieser erst geschmolzenen Substanzen, anfienge zu erstarren, welches ziemlich bey derselben Temperatur, da diese Substanzen zu schmelzen anfangen, geschieht.

## §. 233.

Newton unternahm selbst die Ausführung dieses Plans, und machte darnach die Basis seiner Thermometer-Skale, bey deren Beschreibung ich nur die Zahl der Grade, zwischen den beyden gewöhnlichen festen Punkten, betrachtete. Vielmehr verdiente aber folgendes dabey bemerkt zu werden: die Masse Eisen mußte, indem

indem sie ihren Ueberschuß an Wärme über das bey gleicher Temperatur erhaltene umgebende Mittel verlor, immer in gleichen Zeiten, gleiche aliquote Theile des rückständigen Ueberschusses verlieren. So daß, wenn man die Zeiten, welche zwischen jedem dieser Phänomene der Wärme verfließen, weiß, deren Punkte am Thermometer man durch unmittelbare Versuche angezeichnet hätte; man daraus das Verhältniß, welches die Mengen der Wärme, die den Zwischenräumen dieser verschiedenen Punkte correspondiren, unter sich haben, schließen könnte. Wenn man diesen Plan, mit aller bey der Ausführung nöthigen Vorsicht, verfolgt; so würde man dahin gelangen ein Thermometer mit gleichen Differenzen, zu verfertigen. Mit eben diesem Thermometer aber, habe auch ich mich beschäftigt, nach einem ganz andern Plan, den Hr. le Sage erdacht hat, der also eine Absicht von Newton erfüllte, woran er nicht dachte; indem er eine weit größre Absicht dieses großen Mannes, eine mechanische Ursache der Schwere anzugeben, verfolgte.

§. 234.

Ich komme wieder auf meinen Hauptgegenstand. Es ist also gewiß, daß bey jedem durch die Wärme bewirkten Schmelzen, das dabey gebrauchte Feuer, am Thermometer verschwinde. Und da das Flüssigseyn besondre Eigenschaften bey den Substanzen, die es besitzen, anzeigt, und wir sehen, daß sie diese Eigenschaften bey den Operationen erlangen, wo sich zugleich ein Verlust an Wärme äußert, so scheint es mir natürlich, hieraus überhaupt zu schließen, daß es zum Wesen des Flüssigseyns gehöre, daß eine gewisse Menge Feuer in Verbindung mit den Theilchen der Substanzen sey, die unter dieser Gestalt erschienen. Jedoch ist dieses System

nicht ohne alle Schwierigkeiten, wegen gewisser Schmelzungen des Eises; wo der Verlust an Wärme nicht in Verhältniß ist, mit dem, was wir von der Menge des verborgenen Feuers, die das Wasser besitzen muß, wissen. Ich will diese Klasse von Phänomenen untersuchen.

§. 235.

Wenn man Kochsalz mit Eise in gehörigem Verhältniß vermischt, so verwandeln sich die beyden festen Körper, in einen flüssigen, den ich Salzwasser (Saumure) nennen will. Dieser flüssige Körper ist sowohl von dem Eise als dem Krystallisationswasser des Salzes gebildet; und das sämmtliche Wasser hält die Salztheilchen aufgelöst. Es mußte also, alles dieses Wasser, sein verborgenes Feuer bekommen haben; die Erfahrung hat uns gelehrt, daß, wenn es auf das bloße Schmelzen des Eises durch die Wärme ankömmt, das in dem erzeugten Wasser enthaltene verborgene Feuer von einer Menge von freyem Feuer herrührt, welches etwa 62° Wärme (nach meiner Skale) in der Masse hervorbrachte: wenn aber das Schmelzen durch Kochsalz bewirkt wird; so verliert die Masse dieser Substanzen nur 17° Wärme. Hätte also das Salzwasser nicht so viel verborgenes Feuer nöthig als das reine Wasser? Oder verbindet etwa, das krystallisirte Salz, mit seinen schon bekannten Bestandtheilen, eine gewisse Menge verbundenes Feuer, das sich bey der Auflösung entwickelt, und zu dem flüssigen Körper tritt? Ich bin für die leztre Meynung: um sie aber mit Nutzen zu prüfen, bis direkte Versuche sie entscheiden, muß man hier erst festsetzen, was die Menge des in dem Kochsalz gebundenen Feuers, nach diesem Phänomen des Schmelzens des Eises und Salzes, seyn müßte. Die hervor-

vorgebrachte Erkaltung ist nur 17°, statt daß sie etwa 62° seyn sollte; folglich muß, diese in dem Salze (das etwa nur ein Drittheil der Masse ausmacht) angenommene Menge Feuer, so beschaffen seyn, daß sie 45° Wärme in der ganzen Masse erzeuge.

§. 236.

Einige Phänomene zeigen uns, eine, der hier angenommenen analoge Ursache: nämlich die beym Schmelzen des Eises durch gewisse Säuren und Weingeist; bey denen die Erkaltung eben so wenig, der ganzen Menge des gebildeten flüssigen Körpers proportionell ist, wo wir aber zu gleicher Zeit davon die Ursache sehen, weil nämlich dieselben Substanzen mit Wasser vermischt, eine Vermehrung der Wärme hervorbringen. Es scheint also in diesen Fällen, eine innere Ursache der Vermehrung der Wärme, die Nothwendigkeit von fremdem Feuer zu vermindern, um das verborgene Feuer herzugeben, welches das Wasser, das sich aus dem Eise bildet, gebraucht. Alle Umstände dieser Phänomene sind für die Theorie der Wärme sehr wichtig, und man findet sie auf eine sehr lehrreiche Weise, in einer Abhandlung von H. Cavendisch entwickelt, die vor kurzen der Königl. Societät vorgelesen ist, und neue in der Hudsonsbay angestellte Versuche, über die Mischung verschiedener Säuren mit dem Eise, durch große natürliche Vermindrungen der Wärme, zum Gegenstande hat.

§. 237.

Wenn man aber nach der Analogie annimmt, daß bey der Auflösung des Kochsalzes durch das Eis, eine innere Ursache der Vermehrung der Wärme da sey, welche der Flüssigkeit die $\frac{4\frac{1}{2}}{8}$ ihres verborgenen Feuers giebt, und daß diese Ursache von dem Feuer herrührt,

L 2 das

das sich bey der Zersetzung des Salzes entwickelt; so hat man doch nur die Schwierigkeit auf den Fall seiner Auflösung durch das Wasser, übergetragen. Denn hier ist das Krystallisationswasser des Salzes das einzige, welches verborgenes Feuer aufnehmen müsse, um flüssig zu werden, weil das auflösende Wasser, welches schon flüssig ist, dergleichen nicht nöthig hat. Man müßte also nun, durch eine Vermehrung in der Wärme, etwa die $\frac{2}{3}$ des im Salze angenommenen Feuers wieder finden. Indessen ist, statt einer Vermehrung der Wärme, wenn das Wasser, das Kochsalz auflöset, eine Erkaltung. Man muß hier also (im Gegensatz des Falles mit dem Eise) eine innre Ursache der Vermindrung der Wärme finden, die im Stande wäre, alles dies, aus dem Salze entwickelte überschüssige Feuer zu verschlucken, welches etwa 30° Wärme in der Masse erzeugt hätte, und noch einiges fremdes Feuer, weil eine Erkaltung Statt hat. Ich will die Ursachen erklären, welche vielleicht im Stande sind, diese Wirkungen zu erzeugen.

## §. 238.

Da ich eben von den Phänomenen des Wasserthermometers redete; so bemerkte ich, daß, wenn diese Flüssigkeit bald beym Gefrieren ist, das enthaltene Feuer kaum ihre Theilchen entfernen könne, weil sich ihr Hang zu einander vermehrt (§. 9). Man kann in der, von mir gegebenen Tafel (Untersuchung über die Modifikation der Atmosphäre §. 418. m) über die correspondirenden Gänge verschiedener Flüssigkeiten durch die Wärme, sehen; daß, wenn das Quecksilberthermometer, das erste Achttheil seiner Skale, nämlich von 0 bis + 10 durchlaufen ist, das Wasser etwa nur erst $\frac{1}{10}$ durchläuft, d. h. daß es sich nur um $\frac{1}{10}$ von der

Menge

Menge ausgedehnt hat, um welche es sich von der Temperatur des schmelzenden Eises, bis zum Siedepunkt ausdehnt; unterdessen daß das Quecksilber sich um ein Achttheil derselben Menge, die gleichfalls zur Basis seiner Skale dient, ausdehnt. Inzwischen ist die Wärme alsdann in den beyden Flüssigkeiten gleich; d. h. das Feuer übt hier denselben Grad der ausdehnenden Kraft aus, obgleich das Wasser, indem es wie das Quecksilber von der Temperatur des schmelzenden Eises, bis zu jener, übergeht, so wenig Ausdehnung erlitten hat.

§. 239.

Wenn man nun in derselben Tafel, den Gang des Thermometers mit Salzwasser ansieht, so findet man, daß es bey derselben Temperatur, weit weniger der ausdehnenden Kraft des Feuers widerstehe; denn durch dieselbe Verändrung in der Wärme, wodurch das Wasser nur um $\frac{1}{10}$ seiner Skale fortgelaufen ist, hat das Salzwasser $\frac{1}{9}$ durchlaufen. Wenn also das Wasser, Kochsalz aufgelöst hat, so erleidet, das in der Mischung enthaltene Feuer, weit weniger Widerstand, seine Theilchen zu entfernen, als wenn es die Theilchen der beyden getrennten Bestandtheile entfernen wollte: es dehnt also diese Mischung aus, indem es sich selbst ausdehnt. Wenn aber das Feuer sich ausdehnt, so verliert es einen Theil seiner ausdehnenden Kraft, und weil die Wärme nur der wirkliche Grad der ausdehnenden Kraft des Feuers ist, so muß sie, in der neuen, durch Auflösung des Salzes im Wasser, erzeugten Flüssigkeit, abnehmen.

§. 240.

Diese Ursache der Vermindrung der Wärme, scheint mir unbezweifelt zu seyn: Sie gehört zu einer be-

sondern Klasse der Phänomene der Wärme, deren gemeinschaftliche Ursache ist, die Verändrung des Drucks, auf dieselbe Menge freyes Feuer, oder die umgekehrte Verändrung in der geometrischen Kapacität, der Substanz, welche es enthält. Ich nenne geometrische Kapacität, den gänzlichen, dem Feuer in den Substanzen überlassenen Raum, oder die Summe ihrer Poren. Dadurch unterscheide ich, die Phänomene dieser Klasse, von denen, welche von den Verändrungen in derjenigen Art von Kapacität, wovon oben die Rede war, entspringen, welche leztre ich die physische nennen werde, weil sie nicht von der Summe, sondern der Natur der Poren abhängt. (§. 224). Wenn sich also die geometrische Kapacität ändert; so kann die physische einerley bleiben, oder sich in entgegengesezter Bedeutung verändern: und man kann die in diesem Betracht erfolgte Verändrung nur entdecken, wenn man dasselbe Volumen der Substanz oder der Substanzen vor und nach der Verändrung der geometrischen Kapacität nimmt; und unter dieser Gestalt, durch unmittelbare Versuche, die physischen Kapacitäten, welche den beyden Zuständen correspondiren, sucht (§. 164).

§. 241.

Außer dem obigen Phänomen der Wärme, das bey der Auflösung des Kochsalzes durch das Wasser, sich zeigt; seze ich noch in diese Klasse der Phänomene der Wärme, die durch Veränderung der geometrischen Kapacität hervorgebracht werden, ein umgekehrtes Phänomen, nämlich die Vermehrung, oder einen Theil der Vermehrung der Wärme, wenn man Weingeist mit Wasser vermischt. In dem Augenblick der Vermischung, leidet der gemischte Körper eine Zusammenziehung; sein gänzliches Volumen ist kleiner, als das

das seiner Bestandtheile. Also ist der wechselseitige Hang der Theilchen der Mischung, grösser geworden, als die Summe des Hanges bey den einzelnen Bestandtheilen; hieraus entspringt ein grössrer Druck, auf das in ihren Poren enthaltene Feuer. Diese Veränderung aber, muß nothwendig eine Vermehrung der Wärme nach sich ziehen, unabhängig von andern Ursachen, die auf dieselbe oder entgegengesezte Weise wirken können: denn ich glaube nicht, daß dieses Phänomen einfach sey; und es giebt vermuthlich sogar, in dieser Gattung, sehr wenige einfache Phänomene.

§. 242.

Ich habe schon oben (§. 126) ein drittes Phänomen, von derselben Klasse angeführt, nämlich die Vermehrung der Wärme, bey einer Masse Eisen, die man schnell schmiedet, welche durch eine Vermindrung der geometrischen Kapacität dieser Masse hervorgebracht wird; die zu geschwind geschieht, als daß das Feuer was sie enthält, sogleich, wenigstens im Verhältniß mit dem verminderten Raum worinn es enthalten, entweichen könnte. Ich rechne hierher auch noch die Phänomene der Wärme, wovon ich gleichfalls oben (§. 91.) redete, welche aus den plötzlichen Verdünnungen oder Verdickungen der Luft entspringen; wobey das mit ihr vermischte Feuer, dieselben Modifikationen leidet. Bey diesen Operationen, nämlich, leidet die ausdehnende Kraft des Feuers, einerley Veränderungen, wie die, der Luft; und dieses offenbart sich durch die Veränderung der Wärme, ehe sich das Gleichgewicht des Feuers, durch die Seiten des Gefäßes hat wieder herstellen können. Kurz jedesmal, da sich der gänzliche, durch eine gewisse Menge von freyem Feuer eingenommene Raum plötzlich vergrößert oder vermindert, welches unstreitig in vielen

Fällen geschieht, ohne daß wir es wahrnehmen, so entspringen daraus nothwendige Veränderungen in der Wärme, der dabey angewandten Substanzen.

§. 243.

Dies ist also eine sichre Ursache der Veränderung der Wärme, wenn das Wasser Kochsalz auflöst: welche Ursache gewissermaaßen, die durch das befreyte Feuer des Salzes in dieser Auflösung, wo das auflösende Wasser kein verborgenes Feuer nöthig hat, vermehrte Wärme, aufhebt. Um die Berechnung dieser Größen zu erleichtern, wäre es nützlich, zu wissen, was diejenige sey, um welche das Volumen der beyden Bestandtheile durch diese Ursache sich vermehrt: ich habe es durch Versuche heraus bringen wollen, aber nichts gewisses erhalten können, wegen des ausdehnbaren Fluidums, das sich während der Auflösung entwickelt. Denn wenn man auch dies Fluidum sammlete, so könnte man doch nicht aus seinem eignen Volumen, den Einfluß, den es auf das Volumen des Wassers und Salzes haben müßte, unmittelbar schließen. Ich habe zwar indirekte Wege erdacht, worauf man vielleicht zur Bestimmung dieses Punkts gelangen könnte; vermuthlich würden sie aber lang und beschwerlich seyn, und habe es nicht versucht.

§. 244.

Dieses Ausstoßen eines ausdehnbaren Fluidums, wenn die Salze sich im Wasser auflösen, ist ein andres Geheimniß, das vielleicht eine neue Ursache der Verminderung der Wärme verhüllt. Man wird im folgenden Abschnitt die Gründe sehen, die mich überzeugen, daß die Hervorbringung der luftförmigen Flüssigkeiten, den Substanzen, in welchen sie entstehen, mehr Wärme

me nimmt, als jede andre Veränderung, die sie erleiden könnten. Es entweicht aber eine beträchtliche Menge Luft, wenn das Wasser Kochsalz auflöset: ich halte sogar ihr Entweichen dem Phänomen für wesentlich, so daß z. B. wenn man das Wasser und Salz in ein Gefäß einschlöße, wo weder für die Entweichung der Luft, noch für die Ausdehnung der Flüssigkeit, Raum übrig bliebe, so würde vielleicht die Auflösung nicht statt haben: es scheint mir sogar, daß man es erfahren habe. Wird also nicht Feuer zur Bildung dieser Luft gebraucht? Wäre dieses, so würde auch die gebildete Luft, einen Theil des Feuers, wovon ich annehme, daß es sich aus dem Salze entwickle, wenn dessen salzige Theilchen sich von dem Krystallisationswasser trennen, um sich zu dem gesammten flüssigen Körper zu verbinden, mit fortnehmen, und verbergen. Wirklich entweicht auch Luft, wenn dies Salz sich durch das Eis auflöset, das Eis allein aber giebt dergleichen, wenn es durch die Wärme schmelzt, so daß, wenn man nicht diese Luftmengen mißt, welches ich nicht gethan habe, und man nicht die Menge, welche sich bey der Auflösung des Salzes durch das Eis entwickelt, weit größer als diejenige findet, welche das Eis allein im Schmelzen hergiebt, die angeführte Hypothese immer Wahrscheinlichkeit behält.

§. 245.

Ich hoffe, daß ich mich bey der Untersuchung, die ich hier beschließe, verständlich gemacht habe, weil ihr Gegenstand denen oft vorkommen wird, die gründlich alle Phänomene der Wärme zerlegen wollen. Ich habe viele Schwierigkeiten sowohl, die darinn enthaltenen Ideen, als ihre Verbindung mit schon festgestellten Grundsätzen, deutlich zu machen, gefunden. Ich hatte nur wenige gewisse Angaben, und ich sahe selbst Schwierig-

keiten, in den Hypothesen, wodurch ich sie ergänzte: es kam also darauf an, Wahrscheinlichkeiten abzuwägen, welches immer schwer ist, wenn eine gewisse Anzahl von Ideen, dem Geiste zugleich gegenwärtig seyn müssen. Der Hauptgegenstand dieser Untersuchung war die Prüfung des allgemeinen Satzes, den ich gleich anfangs gegeben hatte: „daß das Flüssigseyn, bey jeder Substanz, nur durch eine gewisse Verbindung des Feuers, mit ihren Theilchen hervorgebracht werden könne.“ Der Einwurf, worauf ich antworten mußte, rührte von gewissen Schmelzungen des Eises her, welche durch andre äußre Ursachen, als durch fühlbares Feuer bewirkt waren, und wo die Größe des Verlustes an Wärme, demjenigen nicht entspricht, was über die Menge des verborgenen Feuers im Wasser, ausgemacht ist. Indem ich diesen Einwurf prüfte, habe ich die Gegenstände, bey denen sich noch Dunkelheit aus Mangel unmittelbarer Versuche befindet, festgesezt; aber keiner davon widerspricht dem obigen Satze: und er kann nur allein nach der wirklichen Summe von Phänomenen bestimmt werden, ich will ihn also so ausdrücken: „Keine solide Substanz, und kein Aggregat von Substanzen, unter denen solide sind, kann eine Flüssigkeit bilden, ohne daß sich hier Feuer in chemischer Verbindung vereinige. Wenn das Schmelzen, durch bloßes Zuthun von fremdem Feuer bewirkt wird, so offenbart sich die Verbindung dieses Feuers, durch einen verhältnißmäßigen Verlust an Wärme. Wenn aber das Schmelzen, von andern chemischen Operationen begleitet ist, so ist es möglich, daß das Thermometer, nicht die ganze Menge des gebrauchten Feuers anzeige, weil eine von den vorhandenen Substanzen, indem sie ihren Zustand verändert, einen Theil dieses Feuers hergeben kann.“

§. 246.

Digitized by Google

§. 246.

Endlich hatte ich noch einen allgemeinern Satz, als der vorhergehende ist, angegeben: nämlich, „daß vielleicht nur bey einer sehr kleinen Anzahl der irdischen Substanzen, das Licht, unmittelbar oder durchs Feuer, keinen integrirenden Theil ausmache“ und dieser Satz ist noch durch die angeführten Betrachtungen unterstüzt, in denen ich zeigte, daß die Phänomene uns überführen, verborgenes Feuer in allen Klassen von Substanzen anzunehmen.

## Sechster Abschnitt.

### Von den Phänomenen der Wärme, welche von den groben atmosphärischen Flüssigkeiten herrühren.

§. 247.

Am Ende des vorigen Abschnittes habe ich einer von den größten Quellen der freywilligen Phänomene, der Wärme Erwähnung gethan; ich meyne, der Zusammensetzung und Zersetzung der groben atmosphärischen Flüssigkeiten, denen ich das Feuer, als gemeinschaftliches fortleitendes Fluidum, zuschreibe. Ich hatte sogar diesen Mechanismus, im vierten Abschnitte dieses Kapitels, indem ich hier von der Verbrennung handelte, schon voraus gesezt; weil ich die Menge des Feuers nicht zeigen konnte, das sich aus gewissen festen Körpern entwickelt, wenn sie brennen, ohne die Wärme die daher entspringt, von der zu unterscheiden, welche ihre Quelle in der Luft hat. Ich will mich jezt bey dieser lezten Quelle aufhalten, um noch deutlicher zu zeigen, daß durch ihre Zerstörung oder Bildung, und nicht

nicht durch Verändrung der Kapacität, die luftförmigen Flüssigkeiten, bey den meisten Phänomenen der Wärme eine wichtige Rolle spielen.

§. 248.

Die ersten Phänomene, welche mich auf diese Meynung brachten, sind die an den Wasserdämpfen, bey deren Bildung und Zerstörung alles einfach und offenbar ist. Die Flüssigkeit, welche verdünstet, verliert eine merkliche Menge an Wärme; und das Feuer, welches sodann am Thermometer verschwindet, erscheint hier wieder, wenn die Dünste sich zersetzen. In den Phänomenen der Wasserdünste also, finden sich die ersten Grundlagen der Theorie von den groben ausdehnbaren Flüssigkeiten; und es kömmt nur darauf an zu entwickeln, was jeder von ihren Klassen eigen ist, indem man sorgfältig ihre Phänomene zerlegt. Da die besondre Theorie der Wasserdünste, den Gegenstand der ersten Abtheilung dieses Werks ausgemacht hat; so will ich sie bey den andern atmosphärischen Flüssigkeiten voraussetzen, ich muß hier aber noch einige Bestimmungen und Bemerkungen beyfügen, welche für meinen gegenwärtigen Gegenstand nothwendig werden.

§. 249.

D. Black ist noch der erste, welcher versucht hat, das, was man verborgene Wärme der Dünste nennt, zu bestimmen, und ich will es die Menge des verborgenen Feuers in den Wasserdünsten heißen. Er that dies erst synthetisch, indem er berechnete, nach dem Gange der Erwärmung einer gewissen Menge Wasser, das auf ein ordentliches Feuer gesezt war, welche Menge von Wärme es müßte angenommen haben, indem es einen gewissen Theil seines Gewichts, in einer gewissen

Zeit

Zeit verlor, während der es bey der beständigen Wärme des siedenden Wassers geblieben war. Er stellte hernach dieselbe Untersuchung durch die Zerlegung an, indem er die Menge der Wärme untersuchte, die einer gewissen Masse Wasser, durch eine gewisse Menge zersezter Dämpfe mitgetheilt war. Diese ersten Versuche gaben zwar keine sehr genaue Bestimmung, sie zeigten aber wenigstens unbezweifelt, daß die Dämpfe des siedenden Wassers eine große verborgene Wärme hätten, und D. Black blieb dabey stehen. Hr. Watt aber, dem diese Versuche ihr Erfinder mitgetheilt hatte, sann lange darauf, sie für die kräftige Maschine, wo die Dämpfe des siedenden Wassers eine so große Rolle spielen, nützlich zu machen, und wandte die große Mühe auf diese Bestimmung an, weil er schon vermuthet hatte, daß diese Maschinen noch bey weitem nicht die Größe der Wirkungen hervorbrächten, deren ihre Ursache fähig wäre, und diesen Fehler, dem Mangel an Kenntniß von der Natur des in Thätigkeit gesezten Wirkungsmittels zuschrieb.

§. 250.

Was ich von den großen Wirkungen der neuen Dampfmaschine der H H. Watt und Bolton erfuhr, wie ich nach England kam, mußte meine Aufmerksamkeit stark auf sich ziehen, weil die Dämpfe schon lange der Gegenstand meiner anhaltenden Untersuchungen gewesen waren. Ich hatte hernach das Glück, genau mit Hr. Watt bekannt zu werden, der auch so gütig war, mit mir seine Fundamentalversuche zu wiederholen, und mir zu erlauben, davon nach meinen Absichten Gebrauch zu machen. Bey den engen Gränzen dieses Werks muß ich mich aber begnügen, hier nur denjenigen Versuch zu erzählen, der mich grade zu unterstüzt, zu beweisen: daß die verborgene Wärme der Dünste, nur durch eine chemi-

chemische Verbindung der Feuer- mit den Wassertheilchen erklärt werden kann, welches ich hernach auf die feurigen Phänomene der luftförmigen Flüssigkeiten anwenden will.

§. 251.

Der Apparat besteht in folgendem. 1. Ein bedecktes Gefäß, worinn das Wasser kochen muß, und welches ich das erste Gefäß nennen will. 2. Eine metallene Röhre, 5 bis 6 Fuß hoch, welche oben aus dem Gefäße geht, sich schräg erhebt, und in einen nach unten zu gekrümmten Schnabel endigt. Diese Röhre muß lang seyn, damit ihr Schnabel, von dem Feuer, wodurch das Wasser kocht, hinlänglich entfernt sey. 3. Ein zweytes Gefäß, welches Wasser von der Temperatur des Orts enthält, und welches den Schnabel der Röhre, in einer gewissen Periode der Operation aufnehmen muß. Dies Gefäß und sein Wasser sind genau gewogen; es ist zugedeckt, damit die Verdunstung die Menge seines Wassers, während des Versuchs nicht vermindre. 4. Ein kleines Gefäß, das unten steht, und an dem Ende der Röhre mit dieser in Verbindung gestellt ist. Es ist dazu bestimmt, das Wasser aufzufangen, was die Dünste in der Röhre absetzen, und welches hinein fliest, indem es nach dem ersten Gefäß zu zurückgeht. Als Vorbereitung zu dem Versuch, muß man noch das Verhältniß der Kapacität des zweyten Gefäßes mit dem Wasser bestimmen, um seine ~~eigne~~ Substanz ~~auf~~ eine ~~bestimmte~~ Vermehrung in der Menge des Wassers ~~zu reduciren~~. Endlich muß man durch Versuche finden, wie viel Wärme dies zweyte Gefäß und sein Wasser in einer gegebenen Zeit verlieren, wenn sie über die Temperatur des Orts, um eine mittlere Größe zwischen dieser Temperatur und der, wohin sie vermuthlich bey den Versuchen gelangen werden, gehoben sind; diese Größe wird müssen derjenigen

gen zugesezt werden, wozu sie in der That kommen, verhältnißmäßig mit der Zeit, welche der Versuch dauren wird. Dies ist nun der allgemeine Gang.

§. 252.

Man läßt das Wasser des ersten Gefäßes kochen, und wenn seine Dämpfe häufig durch den Schnabel der Röhre entweichen, so taucht man ihn in das Wasser des zweyten Gefäßes, welches also das Wasser und das verborgene Feuer der Dämpfe aufnimmt. Um durch ein Thermometer genau die Vermehrung an Wärme zu bestimmen, welche dies Wasser empfängt, hat man ein Mittel es langsam zu bewegen, damit seine ganze Masse immer einerley Grad der Wärme habe. Wenn der Versuch geendigt ist, wiegt man das zweyte Gefäß von neuem: wenn man hernach alles corrigirt hat; so giebt das Produkt der Wärme, welche dieses Gefäß und sein Wasser erlangt haben, durch das Verhältniß ihrer ursprünglichen Masse, mit der, welche die Dämpfe zugesezt haben, die verborgene Wärme dieser Dämpfe. Dies ist der allgemeine Gang des Versuchs, wovon ich bald das Resultat geben werde; zuvor aber muß ich die nähern Umstände erörtern, um genauer zu zeigen, worinn diese verborgene Wärme bestehe.

§. 253.

Im Anfange der Operation, wenn man das erste Gefäß aufs Feuer sezt, ist das zweyte Gefäß noch nicht mit dem Apparat verbunden, weil die Langsamkeit der vorzüglichsten Wirkungen, den fremden Ursachen zu vielen Einfluß geben würde. Die erste Wirkung der Wärme auf das zum Kochen bestimmte Wasser, ist nur, die Menge der Verdünstung auf seiner Oberfläche zu vermehren; wie es sich in allen Fällen ereignet,

wo

wo das Wasser heißer wird; und von diesem Anfange der Verdünstung an, vermischen sich die gebildeten Dämpfe mit der Luft, und verdrängen sie nach Verhältniß, wie sie reichlicher zugegen sind. Es ist also nicht die Luft, welche hier als Auflösungsmittel des Wassers wirkt; ich würde es weitläuftiger bey dieser Periode des Versuchs beweisen, wenn noch ein Zweifel über die wahre Ursache jeder Verdünstung übrig seyn könnte. Die Luft wird also aus dem Innern des Gefäßes und der Röhre getrieben, nach Maßgabe, wie die Dämpfe hier reichlicher werden; sie wird aber nur dann gänzlich ausgetrieben, wenn die Dämpfe im Stande sind, allein den Druck der Atmosphäre zu halten, d. h. wenn das Wasser kocht.

§. 254.

In keinem Theile dieser stuffenweisen Vermehrung der Dichtigkeit der Dämpfe, nach der Zeit da sie in ihrer höchsten Periode sind, erhalten sie sich gänzlich in dem Raume den sie einnehmen, weil die Wände dieses Raums, unaufhörlich, nach außen einen Theil des erhaltenen Feuers durchlassen, und also nur in sofern den Grad der Wärme des Wassers und seiner Dämpfe behalten können, als diese ihnen ohne Unterlaß dies verlorne Feuer wieder geben; dieses geschieht durch die Zersetzung der Dunsttheilchen, welche diese Wände berühren. Dies ist hier ein wesentlicher Umstand, denn aus ihm entspringt die Bestimmung der Ursache, welche hernach die Wärme in dem zweyten Gefäße vermehrt. Damit die Dämpfe durch diesen Raum, ohne sich zu zerstören, streichen können, muß er beständig denselben Grad der Wärme haben, welchen das Wasser hat, wo sie ihren Ursprung nehmen: es sind ohne Zweifel Dämpfe, welche diesen Grad der Wärme hervorbringen;

Digitized by Google

gen; aber nicht diejenigen Dämpfe, welche durch den Raum streichen, sondern die, welche sich hier zerstören, und also ihr verborgenes Feuer hergeben. Man hat davon den Beweis, an dem kleinen Gefäße, wo sich das Wasser sammlet, was diese Dämpfe ohne Aufhören durch ihre Zersetzung erzeugen.

§. 255.

Das Wasser kocht in dem Gefäße, einige Zeit bevor man einen Nebel an dem obern Ende der Röhre wahrnimmt, weil sich noch der größte Theil der erzeugten Dämpfe in dem Innern verdichtet. Das Wasser kann zwar nur dann kochen, wenn seine Oberfläche in Berührung mit einem eben so heißen umgebenden Mittel ist; wenn es also kocht, so erhalten sich seine Dämpfe in diesem Mittel: in unserm Versuche aber, hat ihre Erhaltung zuerst nur in dem Raume statt, der sich zwischen dem Wasser und Deckel des Gefäßes befindet: dies erkennt man an der Hitze des Deckels, welche dem Finger unleidlich ist. Sie haben alsdann eine fortschreitende Bewegung in der Röhre; sie ist aber anfangs langsam, weil ihre Zersetzung noch sehr groß ist. Ihr Vorwärtsgehen spürt man mit dem Finger, denn die Hitze der Röhre ist genau bis an den Punkt, wohin sie gekommen sind, unerträglich; da man einen halben Zoll weiter nur eine sehr mäßige Hitze empfindet; und obgleich ihr Gang sich beschleunigt, sobald sie einmal in der Röhre ein wenig vorwärts sind; so kann man doch noch bemerken, daß sie nur noch einige Zolle vom Schnabel entfernt seyn können, ohne daß man es an der Dichtigkeit derer, die sich am äußern Ende zersetzen, wahrnähme. In dem Augenblicke aber, da diese unerträgliche Hitze das Ende der Röhre erreicht, geht ein Strom von Dämpfen heraus, welches mit Geräusch geschieht,

weil dieser Strom die Wassertröpfchen vor sich her treibt, die sich in dem obern Theil des Schnabels gesammlet hatten. Wann diese Art von Explosion aufgehört hat, und die Dämpfe, welche immer heftiger hervorbrechen, außen an der Röhre nur einen dicken Nebel bilden, so taucht man ihren Schnabel in das Wasser des zweyten Gefäßes.

## §. 256.

Nun wollen wir sehen, woher die Vermehrung der Wärme dieses Wassers kommen wird. Mit den Dämpfen verhält es sich hier nicht, wie mit einer Substanz, welche in das Wasser getaucht, ohne ihren Zustand zu verändern, mit diesem ihren Ueberschuß an Wärme theilen würde. Der durch die Dämpfe vor der Zersetzung eingenommene Raum, hat selbst keinen merklichen Einfluß auf diese Vermehrung der Wärme, wie er z. B. haben würde, wenn eine gewisse Menge, in einem Raum eingeschlossener Dämpfe, daraus auf einmal durch die Verengung dieses Raums gejagt würden: in welchem Fall, das freye mit den Dämpfen vermischte Feuer, denselben Druck leiden, und sie begleiten würde. Hier ist aber, das, in dem von den Dämpfen durchstrichenen Raume, enthaltene Feuer, bloß seinen eignen Gesetzen überlassen. Dies Feuer dient zur Erhaltung der Dämpfe: sobald es nicht in hinreichender Menge da ist, so erfolgt die Zersetzung eines Theils der Dämpfe und ergänzt dasselbe, und die Bestandtheile der zerstörten Theilchen des Feuer und Wasser bleiben auf gleiche Weise in dem Raume. Alle Wärme also, welche das Wasser im zweyten Gefäße, von dem Raume selbst, wo sich die Dämpfe bewegen, erhalten kann, ist nur die, welche es erhalten würde, wenn man durch irgend eine Ursache, die es nicht unmittelbar beträfe, die

Röhre

Röhre in der Wärme des siedenden Wassers erhielte. Die Menge der Wärme aber, welche eine Masse Wasser von mehrern Pfunden durch das Ende einer solchen Röhre erhalten würde, wäre sicher kaum merklich. Dem ohngeachtet ist es diese Menge allein, die man von der ganzen Menge der Wärme abziehen kann, welche diese Masse Wasser empfängt, um ohne Vermischung die wahre verborgene Wärme der Dämpfe zu bekommen, oder die, welche durch das verborgene Feuer das sie enthalten, hervorgebracht wird. Nun wollen wir sehen, auf welche Art dies verborgene Feuer sich offenbaret, d. h. woher der größre Theil der Vermehrung der Wärme rührt, welche dies Wasser erleidet, wo sich die Dämpfe zersezt haben.

## §. 257.

Eine gewisse Menge der, in dem ersten Gefäße gebildeten Dämpfe, welche sich nämlich unterwegens nicht zersezt hat, oder hier wieder zusammengesezt ist, kömmt in das Wasser, ein Theilchen nach dem andern, so wie unmerkliche Salztheilchen dazu kommen würden, und sie zersetzen sich hier auch, so wie es diese leztern thun würden, durch Veränderung des Zustandes ihrer Bestandtheile. Das Wasser vereinigt sich sogleich mit dem Wasser: es war in diesen Theilchen aber mehr als Wasser; sie besaßen zuvor eine ausdehnende Kraft, die sie verloren haben; sie hatten diese Kraft vom Feuer, weil das Wasser, aus dem sie sich losrissen, durch ihr Entweichen die Wärme verloren hatte; sie treten also dem neuen Wasser nur das ab, was sie ihrer Quelle geraubt hatten. Dies ist, wie mich dünkt, der unmittelbare Schluß aus dieser Reihe von Thatsachen. Hieraus sieht man, daß die Lehre von den Kapacitäten hier nicht anwendbar sey; denn die

Kapacität der Dämpfe, welche hier keine andre, als die ihrer Substanz selbst seyn kann, ist absolut null; weil die Poren ihrer Theilchen zu klein sind, um Feuer zu enthalten. Alle Wärme also, die von ihrem Eintritt in das Wasser entspringt, rührt einzig von dem Feuer her, das einen Theil von ihnen ausmachte, und bey ihrer Zersetzung frey wird. Von diesem feurigen Phänomen, der auf diese Art zerlegten Wasserdünste, will ich zu den gleichartigen Phänomenen der luftförmigen Flüssigkeiten kommen, nachdem ich das lezte Resultat der Versuche von Hr. Watt angezeigt habe, um die Ideen, über die Menge der Wärme, welche durch die Zersetzung der ausdehnbaren Flüssigkeiten hervorgebracht werden kann, festzusetzen.

## §. 258.

Nach einem Mittel zwischen vielen, mit den beschriebenen ähnlichen Versuchen, kann das Phänomen der verborgenen Wärme der Wasserdünste auf folgende Weise ausgedrückt werden: „Wenn die Menge des Feuers, das in einer gewissen Masse von kochendem Wasser (bey 30 engl. oder 28 $\frac{1}{8}$ französ. Zoll Barometer Höhe) erzeugter Dämpfe verborgenes wird, in einer nicht verdünstbaren Substanz von einerley Kapacität und Schwere mit dem Wasser frey würde; so würde sie die Temperatur einer Masse von dieser Substanz, welche der Masse des in den Dünsten enthaltenen Wassers, gleich wäre, um 943° Fahrenh. (oder 419 $\frac{1}{9}$ meiner Grade) erheben.“ Dies ist also eine beträchtliche Quelle von Feuer, und doch ist sie noch weit geringer als die, welche wir durch künstliche Zersetzung der dephlogistisirten Luft mit brennbarer entdeckt haben, wovon die erstere, nun bestimmte, uns einen vergleichenden Begriff geben wird.



Digitized by Google

§. 259.

Der Versuch, wovon ich ausgehen werde, ist nunmehr bekannt genug; man zündet nämlich durch den elektrischen Funken, eine Mischung von beyden Luftarten an, die von der äußern Luft durch eine Quecksilbersäule getrennt ist. Die Form, welche augenblicklich die merklich schweren Substanzen der beyden Luftarten annehmen, ist die eines Dunstes, der eine solche Ausdehnbarkeit besizt, daß er das Quecksilber heftig zurückstößt. Dieser Dunst, welcher an Wasser die ganze merkbare Masse der Luftarten enthält, hat alles das verborgene Feuer, dessen Menge ich in dem Dampf des siedenden Wassers so eben angezeigt habe: denn er ist durchaus in demselben Zustande; weil er allein das Quecksilber, unter dem Druck der Luft zurückstößt, und er es überhaupt ist, der in allen Fällen die Explosion hervorbringt, wo diese durch Verbrennung der entzündbaren Luft Statt hat. Und dennoch enthält dieser so ausdehnbare Dunst, noch bey weitem nicht, alles, in dem Augenblick da er sich bildet, befreyete Feuer; denn es entweicht von allen Seiten und in solchem Ueberfluß, daß es sich zum Theil zersezt, wie man es an dem ausbrechenden Lichte sieht.

§. 260.

Die Zersetzung der dephlogistisirten Luft in gewissen Verbrennungen (z. B. bey der Lampe mit inflammabler Luft (§. 200.) oder bey der Argandschen Lampe, die auf dasselbe hinaus läuft) ist der oben beschriebenen Zersetzung der Wasserdünste sehr analog; und zeigt noch unmittelbarer die große Menge, des in den beyden Luftarten enthaltenen verborgenen Feuers. Es entsteht ein Strom von atmosphärischer Luft längst der

Flamme dieser Lampen, durch Vermindrung der specifischen Schwere desjenigen Theils der Säule, die über ihr ist; und dann zersetzen sich die Theilchen der dephlogistisirten Luft, welche in Berührung mit der brennbaren Luft, in ihrem Zustande der brennenden Wärme kommen (d. i. vermischt mit einer großen Menge freyen Feuers) mit den Theilchen dieser leztern Luftart; der Wasserdunst, welcher sich aus ihrer bloß schweren Substanz, und aus einer hinreichenden Menge von verborgenem Feuer bildet, erhebt sich sogleich, zersezt sich plözlich, und sezt sich in einem weit lockeren Zustande wieder zusammen; und nachdem das überflüssige Feuer, an dem Orte selbst, von dem es sich aufschwingt, geglänzt hat, offenbart es seine Menge durch die Wärme, die sich umher verbreitet.

§. 261.

Dieses ist die Fundamentalthatsache, aus der ich muthmaße, daß jedes luftförmige Fluidum, das Feuer zum fortleitenden Fluidum hat. Alle diese Flüssigkeiten haben dieselben mechanischen Eigenschaften, fast nach dem Unterschiede ihrer specifischen Schwere; dies zeigt dieselbe Art von Bewegung an, und läßt einerley unmittelbare bewegende Ursache vermuthen. Jemehr das Feuer mit andern Substanzen überladen ist, desto mehr wird seine eigne Bewegung geschwächt; dies ist hinreichend, um die Unterschiede der specifischen Schweren dieser Flüssigkeiten zu erklären: und was ihre chemischen Unterschiede betrifft, so rühren sie von den verschiedenen Verwandschaften verschiedener Substanzen her, die sie zu dem Feuer haben. Da eine größre Aufmerksamkeit auf chemische Phänomene, und einige glückliche Umstände in unsrer Logik über die Verbindung der Wirkung mit den Ursachen vieles aufgeräumt hat, so hat sie uns

uns dadurch viele vermeinte Kenntnisse genommen, und täglich werden wir finden, wie viele Umstände bey diesen Phänomenen, die unsern Vorfahren unbekannt waren, noch keine Erklärung haben. Die meisten von diesen Umständen verbinden sich, oder können sich beziehen, auf die Hervorbringung oder Zersetzung ausdehnbarer Flüssigkeiten, und fast immer alsdann findet sich einige Veränderung in der Wärme. Hat man hier also nicht einen neuen Grund zu glauben, daß das Feuer in allem, was die Hervorbringung oder Zerstörung dieser Flüssigkeiten betrift, wirksam sey?

§. 262.

Es können Zersetzungen von Substanzen, welche Feuer enthalten, vorgehen, ohne daß man darum eine merkliche Vermehrung in der Wärme verspüre; und auf der andern Seite, können sich neue Substanzen bilden, wo das Feuer als Bestandtheil eingeht, ohne daß sich die Wärme auf eine merkbare Weise vermindre. Dieses sind die entgegengesezten Fälle, wo die beyden Modifikationen sich zusammen eräugnen: diese Fälle sind sehr häufig bey den chemischen Operationen, wo fast immer die Zersetzungen durch Affinitäten bewirkt werden, welche neue Zusammensetzungen hervorbringen. Da man indeß nicht vermuthen kann, daß die entgegengesezten Wirkungen dieser Veränderungen in der Menge des freyen Feuers, sich völlig aufheben, so werden die geringsten Phänomene der Wärme, die sich bey denen, in dieser Operation vorhandenen Substanzen zeigen, sehr wichtig, weil sie nur die Menge seyn können, von der eine gewisse Veränderung in der Wärme die entgegengesezte Veränderung übertrift. Vorzüglich um diese Möglichkeit zu begründen, habe ich die Phänomene der künstlichen Erkaltungen zergliedert, wo die beobachteten Verände-

rungen in der Wärme, nothwendig die Resultate mehrerer Ursachen seyn müssen, die in entgegengesetztem Sinne, sie zu verändern streben. So muß also der Chemist immer mit dem Thermometer, so wie mit der Wage in der Hand, fortgehen. Und so wie das Maaß der Gewichte nicht zu zart seyn kann, um den Zutritt oder das Entweichen seiner Substanzen zu bemerken; eben so kann das Maaß der Wärme nicht empfindlich und genau genug seyn, um die Modifikationen, welche das Feuer erleidet, anzuzeigen.

§. 263.

Zum Unglück werden oft die kleinen Veränderungen in der Wärme, die bey der Zusammenkunft von Substanzen entstehen, wo die Verwandschaften Zusammensetzungen oder Zersetzungen hervorbringen, durch die Gefäße und andre benachbarte Substanzen ausgelöscht: ferner ist man oft genöthigt, diese Operationen durch ein fremdes Feuer, dessen Menge nicht bekannt ist, zu unterstützen; dieses verhindert in vielen Fällen, daß man dem Feuer auf dem Fuße nachfolgen, und alle seine Verwandlungen entdecken könnte. Wegen dieser Betrachtung nahm ich den größten Antheil an dem Apparat der H. H. Lavoisier und de la Place, und wünschte sehr, daß ihn die Chemisten in Betrachtung zögen, damit eine öftre Anwendung, Fertigkeit in seinem Gebrauche gäbe, und die Versuche immer besser den wichtigen Absichten ihrer Erfinder entsprächen. Denn wenn man durch vorläufige Versuche bestimmt hätte, wie viel Feuer eine gewisse Substanz hervorbringt, so könnte man mit diesem Apparat, dasselbe anwenden, um Substanzen, die zu gewissen Veränderungen fremdes Feuer nöthig haben, zu erwärmen, und die Menge des geschmolzenen Eises, während der Operation, würde uns lehren,

was

was für eine Menge von Feuer, diese Substanzen verschluckt, oder im Gegentheil selbst hergegeben haben.

§. 264.

Ich habe in diesem Kapitel unter allgemeine Gesichtspunkte alle Ideen gesammlet, welche meine Beobachtungen und Versuche, über die Natur des Feuers, seine Wirkungen und Modifikationen, bey mir erweckt haben. Es fehlen hiebey nur noch, in Vergleichung mit dem Werke, welches ich, ehe ich an das gegenwärtige dachte, heraus geben wollte, gründlichere Prüfungen andrer Systeme, entwickelte Versuche, und erweiterte Folgerungen: ich hoffe also, daß diese erste Bekanntmachung hinreichen wird, Ideen bey einigen Beobachtern hervorzubringen. Sie wird sogar einen Vortheil haben, der diese Verschiedenheiten vergüten wird. Denn nach meinem ersten Plan, wollte ich nicht von der Elektricität handeln, wozu ich ein eignes Werk bestimmt hatte. Nichts ist aber, sowohl durch Analogie als Verflechtung der Ursachen, mehr verbunden, als die elektrischen Phänomene mit denen, wovon ich bisher gehandelt habe; und da der abgekürzte Plan dieses Werk, sich bis zur Auseinandersetzung der vorzüglichsten Phänomene, welche diese Verbindung bestätigen, ausdehnen kann; so werde ich sogleich mich dazu wenden.

---



Digitized by Google

# Drittes Kapitel.

## Von dem elektrischen Fluidum.

---

### Erster Abschnitt.

### Von den Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten des elektrischen Fluidums und der Wasserdünste.

§. 265.

Ich habe das Feuer in die Klasse der Dünste gesezt, wegen der schwachen Verbindung seines fortleitenden Fluidums (des Lichts) mit seiner bloß schweren Substanz (der Feuermaterie); eine Art von Verbindungen, woraus die allgemeinen Phänomene dieser Klasse, und besonders des Feuers entspringen. Man kann aber diese lezten Phänomene, ohne eine große Aufmerksamkeit und kritische Zergliederung der Umstände die sie begleiten, nicht verfolgen; dies könnte also Zweifel gegen mein System erregen, wenn uns nicht das elektrische Fluidum, dessen Modifikationen alle durch deutliche und auffallende Phänomene angezeigt werden, einen Leitfaden verschafte, um uns durch das Labyrinth der Feuer-Phänomene zu führen. Der Eindruck, den in diesem Betracht sogleich, die Theorie des H. Volta über die elektrischen Einflüsse, auf mich machte, brachte mich zu den Versuchen von dieser lezten Art. Ich will die Folgen, die ich bis jezt daraus gezogen habe, anzeigen, indem ich erst die Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten des elektrischen Fluidums und der Wasserdünste durchgehe, hernach ihre Wirkungen in den Phänomenen dieses Fluidums zeige.

§. 266.

§. 266.

Erste Aehnlichkeit. So wie die Wasserdünste aus einem fortleitenden Fluidum (dem Feuer) und einer bloß schweren Substanz (dem Wasser) zusammengesezt sind; so besteht auch das elektrische Fluidum, aus einem fortleitenden Fluidum, das ich das elektrische fortleitende Fluidum nenne, und einer bloß schweren Materie, welches die elektrische Materie seyn wird. Ich verweile mich nicht mehr dabey, die Annahme von Substanzen zu rechtfertigen, deren Daseyn nicht unmittelbar bewiesen werden kann, indem man sie durch sich selbst perceptibel, d. h. als isolirt vorhanden, darstellte; da ich im ersten Abschnitt des vorigen Kapitels, den allgemeinen Gegenstand, nämlich die Substanzen, welche sich nur durch ihre Phänomene offenbaren, abgehandelt habe.

§. 267.

Zweyte Aehnl. So wie die Wasserdünste sich zum Theil zersetzen, wenn sie eine zu große Dichtigkeit erlangen, und sich dann ihr fortleitendes Fluidum (das Feuer) offenbart; eben so zersezt sich zum Theil das elektrische Fluidum, wenn es eine zu große Dichtigkeit erhält, und es zeigt sich sein fortleitendes Fluidum. Ich werde in der Folge erklären, wie die phosphorischen und feurigen Phänomene des elektrischen Fluidums, von diesem Umstande abhängen.

§. 268.

Dritte Aehnl. So wie das Feuer, das fortleitende Fluidum der Wasserdünste, das Wasser, womit es in den Dünsten vereiniget ist, verläßt, sobald ein weniger warmer Körper als diese sind, sich ihnen nähert: eben so, aber weit schneller, verläßt das fort-

lei-

leitende elektrische Fluidum, welches ein Körper besizt, zum Theil die elektrische Materie, womit es verbunden ist, und wendet sich zu einem Körper, nach gewissen Gesetzen, welcher verhältnißmäßig, weniger davon hat.

§. 269.

Vierte Aehnl. So wie das Feuer der Wasserdünste, alle Körper durchstreicht, um das Gleichgewicht der Temperatur, welches den Gegenstand der vorigen Aehnlichkeit ausmacht, wieder herzustellen, und das Wasser auf der Oberfläche der Körper, die es durchdringt, absezt; eben so, aber augenblicklich, durchstreicht das fortleitende elektrische Fluidum alle Körper, um sein Gleichgewicht wieder herzustellen; und sezt gleichfalls die elektrische Materie auf den Körper, den es durchdrungen hat, ab; aber mit Unterschiede, nach der Natur der Substanzen.

§. 270.

Fünfte Aehnl. So wie das Feuer und Wasser, welche die Wasserdünste ausmachen, ob sie gleich in diesem Zustande ihre besondern Eigenschaften nicht äussern können, dennoch ihren eigenthümlichen Hang und Verwandschaften, wodurch sich die hygroskopischen Phänomene erzeugen, behalten: eben so behalten die Bestandtheile des elektrischen Fluidums ohngeachtet ihrer Verbindung, ihren eigenthümlichen Hang und Verwandschaften, woraus die meisten elektrischen Phänomene entspringen.

§. 271.

Sechste Aehnl. Die elektrische Materie insbesondre, behält also ihre eigenthümlichen Verwandschaften

ten in ihrem Fluidum, so wie das Wasser die seinigen in den Dünsten; diese beyden Substanzen haben aber noch eine andre sehr merkwürdige Aehnlichkeit. So wie die Verwandschaften des Wassers, welche die hygroskopischen Phänomene hervorbringen, sich ohne Wahl äußern; eben so äußern sich die Verwandschaften der elektrischen Materie mit andern Substanzen auch ohne Wahl.

§. 272.

Siebente Aehnl. Wenn das Feuer eine Masse von Wasserdünsten verläßt, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzustellen, so bleibt dennoch etwas in dem Orte, wo das meiste dieser Dünste ist, aber ein Theil dieses Fluidums wird verborgen (latent) d. h. es äußert seine besondern Eigenschaften nicht mehr: eben so, wenn das Gleichgewicht des fortleitenden elektrischen Fluidums in den benachbarten Körpern wieder hergestellt ist; enthalten diejenigen, welche verhältnißmäßig mehr elektrische Materie haben, das meiste von diesem fortleitenden Fluidum, aber dieser Ueberschuß ist gleichfalls in dem elektrischen Fluidum verborgen.

§. 273.

Achte Aehnl. So wie endlich die ausdehnende Kraft zwoer Massen von Wasserdünsten im Gleichgewicht seyn kann, obgleich die eine weniger Wasser, als die andre, verhältnißmäßig mit ihrem Volumen, enthält, voraus gesezt, daß sie zu gleicher Zeit mehr Feuer besizt: eben so kann die ausdehnende Kraft zwoer Massen vom elektrischen Fluidum in Gleichgewicht seyn, obgleich die eine eine geringere verhältnißmäßige Menge elektrische Materie besizt, wenn nur zu gleicher Zeit die Menge ihres fortleitenden Fluidums größer ist.

Dieses

Dieses sind die Aehnlichkeiten zwischen dem elektrischen Fluidum und den Wasserdünsten; ich komme nun auf ihre Unterschiede.

§. 274.

Erster Unterschied. Dieser betrift die dritte Aehnlichkeit, und modificirt sie wesentlich. Wenn das Feuer das Wasser in den Wasserdünsten verläßt, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzustellen; so gehorcht es nur seinem Hange zur Ausdehnung; so daß es frey bleibt, und sich so lange ausdehnt, bis es im Gleichgewicht ist. Wenn aber das fortleitende elektrische Fluidum, die elektrische Materie verläßt um seine Art von Gleichgewicht wieder herzustellen, so wird es zu dieser Bewegung durch seinen Hang zu allen Substanzen bestimmt, und weil in diesem Augenblick, eine benachbarte, davon weniger, als die von der es sich trennt, besizt.

§. 275.

Zweyter Untersch. Dieser betrift die sechste Aehnlichkeit, nämlich die Verwandschaft ohne Wahl, welche das Wasser und die elektrische Materie ausüben. Es giebt hier aber noch sehr wesentliche Unterschiede. Zuerst, bezieht sich diese Verwandschaft des Wassers nur auf die hygroskopischen Substanzen, statt daß die analoge Verwandschaft der elektrischen Materie alle Substanzen betrift, und folglich auch die groben atmosphärischen Flüssigkeiten.

§. 276.

Dritter Untersch. Ferner äußert sich die Verwandschaft des Wassers mit den hygroskopischen Substanzen, nur in der Berührung: man hat sogar

Grund

Grund zu vermuthen, daß, von den Substanzen, welche das, in einem Raume verbreitete Wasser unter sich theilen, einige, es so zu sagen, durch eine ähnliche Wirkung wie bey den Haarröhrchen einsaugen; ohne daß hier eine eigentlich sogenannte chemische Verwandschaft statt habe, ob sie gleich hierdurch einerley hygroskopischen Einfluß mit denen hervorbringen, welche durch eigentliche Verwandschaft, immer auch in der Berührung, wirken. Der analoge Hang der elektrischen Materie, zu allen Körpern, äußert sich aber auf eine Entfernung; und zwar auf, nach der Natur der Körper, sehr verschiedene Entfernungen.

## §. 277.

Diese allgemeinen Unterschiede sind die einzigen, welche das elektrische Fluidum von den Wasserdünsten unterscheiden; und dennoch sind sie, durch ihre Wirkungen, von der Art, daß man die Aehnlichkeiten bis jezt noch nicht bemerkt hatte. Ich werde diese Eigenschaften des elektrischen Fluidums, indem ich seine Phänomene durchgehe, in folgende Klassen bringen: 1. Eintheilung der Substanzen in leitende und nicht leitende. 2. Die Erregung. 3. Die Phänomene der leidener Flasche. 4. Die elektrischen Einflüsse. 5. Die elektrischen Bewegungen. 6. Die Figuren, welche durch Harzstaub, auf den elektrisirten Körpern gebildet werden. 7. Die Unterschiede der leitenden Kraft, der verschiedenen leeren Räume. 8. Die phosphorischen und feurigen Phänomene, welche zuweilen das elektrische Fluidum hervorbringt. Indem ich diese Bahn durchgehe, werde ich einigen nöthigen Apparat zur Zergliederung der elektrischen Phänomene beschreiben.

Zwey-

## Zweyter Abschnitt.

### Von den leitenden und nicht leitenden Substanzen; von der Erregung und von den besondern Eigenschaften der elektrischen Materie und ihres fortleitenden Fluidums.

§. 278.

Aus der oben der elektrischen Materie zugeschriebenen Eigenschaft, sich nach allen Körpern auf eine Entfernung, aber mit großen Unterschieden nach ihrer Natur, hinzu neigen; entspringt unmittelbar der Unterschied, unter den, das elektrische Fluidum leitenden und nicht leitenden Substanzen, woraus große Phänomene, unabhängig von der isolirenden oder nicht isolirenden Eigenschaft, entstehen, welche die beyden Klassen von Substanzen, sehr merklich von einander absondern. Die elektrische Materie strebt überhaupt auf eine ziemlich große Entfernung nach den leitenden Substanzen, wenn sie aber bis dahin gekommen ist, so hängt sie sich nicht an, sondern bewegt sich frey um diese Substanzen herum, und wird durch ihr fortleitendes Fluidum fortgerissen. Sie strebt im Gegentheil überhaupt nur, auf eine sehr kleine Entfernung, zu den nicht leitenden Substanzen; kömmt sie hier aber zur Berührung, so hängt sie sich an, und kann durch ihr fortleitendes Fluidum nicht fortgerissen werden.

§. 279.

Dies ist also eigentlich das Wesen der isolirenden Eigenschaft der nicht leidenden, und deren Unterschied von den leitenden Substanzen; so daß die erdachte Eintheilung in idioelektrische und durch Mittheilung elektrische Substanzen, keinen Grund hat. Das elektrische

trische Fluidum existirt durch Ursachen, die keine Beziehung auf diese Substanzen haben. Wenn es sich aber, auf welche Art es auch sey, bey einem nicht leitenden Körper befindet, und mit einem seiner Punkte in Berührung kömmt; so nimmt dieser Punkt so viel davon auf, als er aus dieser Quelle annehmen kann; er theilt aber den benachbarten Theilen, gar nicht oder nur sehr langsam davon mit. Daher lassen die nicht leitenden Substanzen nur langsame Veränderungen in den leitenden Körpern zu, welche aus dem, den benachbarten Substanzen gemeinschaftlichen elektrischen Zustande gerissen sind, indem man hier entweder elektrisches Fluidum anhäufte, oder ihnen einen Theil von dem, was sie mit diesen Substanzen gemeinschaftlich hatten, entzog. Daher muß man, um einer nicht leitenden Fläche, elektrisches Fluidum mitzutheilen, entweder dessen Quelle auf alle Punkte dieser Fläche leiten oder einfacher, sie mit einer leitenden Platte bedecken, welche nun das elektrischen Fluidum überall zugleich zuläßt. Diese Platte, welche man Belegung nennen kann, ist aus derselben Ursache nöthig, um auf einmal eine gewisse Menge elektrisches Fluidum einer nicht leitenden Fläche zu rauben.

§. 280.

Aus dieser Eigenschaft der nicht leitenden Substanzen, das elektrische Fluidum an dem Orte selbst, wo es ankömmt, so zu sagen einzuschläfern, entspringt ferner 1. daß es sich in gewissen Fällen, auf einer Seite einer nicht leitenden Platte sehr anhäufen kann, 2. daß es hier sehr lange verbleibt, wenn die umgebende Luft nicht mit wässerigten Dünsten vermischt ist, 3. endlich, daß, wenn es auf einmal diese Oberfläche verlassen muß, welche immer mit ihrer Belegung bedeckt ist, sein Strom weit dichter ist, als er in irgend einem Fall seyn könnte,

wenn er von einer gleichen Oberfläche einer leitenden Substanz fortgienge.

§. 281.

Aus der entgegengesezten Eigenschaft der Leiter, daß sie nämlich das elektrische Fluidum nicht binden, entsteht ein beständiger Umlauf dieses Fluidums um sie herum. Ueberhaupt, wenn das elektrische Fluidum keinen Hang zu den Körpern hätte; so würden wir es nicht verspüren, und es würde sogar vielleicht zu unserm Erdball, nur in dem Augenblick seines Entstehens gehören. Denn seine eigne Bewegung ist merklich in grader Linie, und seine Geschwindigkeit ist so groß, daß wir sie noch nicht haben bestimmen können; so daß es vermuthlich, sobald es gebildet wäre, die Erde fliehen würde, wenn es sich etwa nicht selbst durch die Schnelligkeit der Bewegung, die es alsdann hätte, zersezte, und sodann Licht entweichen ließe, welches seine erste Basis und Vehikel, so wie bey allen andern atmosphärischen Flüssigkeiten ausmacht. Es wird aber von allen Substanzen unsers Erdballs, die groben atmosphärischen Flüssigkeiten mit darunter begriffen, überwältigt. Die größte Wirkung der Leiter, zu denen sein Hang nur in einer wenig wachsenden Fortschreitung, so wie es sich ihnen nähert, zunimmt, auf dasselbe ist, es bis auf einen gewissen Punkt anzuhalten. Es gehorcht hier also den beyden Ursachen seiner Bewegungen; die erste würde es in grader Linie fortreissen; die andre hält es bey diesen Körpern zurück, und aus diesen beyden Bewegungen zusammen genommen, entsteht eine Art von Kreislauf dieses Fluidums um die Leiter herum; durch ähnliche Ursachen, welche die Planeten in ihren Bahnen halten. Sein Aufenthalt bey den Leitern oder sein Entweichen, hängen also von dem Verhältniß seines Grades

der

der Geschwindigkeit, mit den Krümmungen, in welche sein Weg gebogen seyn muß, ab. Sind diese Krümmungen zu jäh, so entweicht es nach der Tangente; sind sie es nicht, so folgt es ihnen, wie in ähnlichem Fall die Flüssigkeiten thun, nur mit dem Unterschiede, daß leztre einem, immer nach dem Mittelpunkte der Erde gerichteten Stoße gehorchen, und ihm also bald weichen müssen; anstatt daß die Theilchen der elektrischen Flüssigkeit, keine andre merkliche Bestimmung ihrer Richtung haben, als welche aus der wirklichen Lage ihrer Axe entspringt, und sich also nach dieser Richtung fortbewegen, sobald ihr Weg zu dem Leiter hin, der sie besizt, gebogen ist. So daß durch diese Ursache, verbunden mit ihrem Hange auf eine große Entfernung zu den Leitern, welches hier noch das elektrische Fluidum von den Flüssigkeiten unterscheidet, auf alle Weise, ihre Umläufe, wenn sie nicht zu jähe sind, entspringen.

## §. 282.

Je mehr das elektrische Fluidum bey einem Leiter angehäuft ist, desto weniger merklich müssen die Krümmungen des leztern seyn, daß es hier gänzlich verbleibe: denn weil sein Strom sodann von einiger Dicke ist, so haben die entferntesten Theilchen weniger Hang zu dem Körper: daher sie sich leichter von den Punkten entfernen, wo ihr Weg müßte gebogen werden, um ihrer natürlichen Richtung zu folgen. Zuweilen fährt es in Gestalt eines Blitzes, schnell von den überladenen Leitern aus: am öftersten aber entweicht es in Büscheln, die aus Fäden bestehen, welche an dem gemeinschaftlichen Punkte des Ausfahrens zusammenstoßen. Während diesem Augenblicke von Freyheit, bewegt es sich in grader Linie; wenn anders kein Leiter in der Nähe ist, zu dem es sich alsdann hinneigt, wenn es ihm hinlänglich

nahe gekommen ist; daher dann die Büschel convergi= ren. Es neige sich nun aber zu einem Körper hin, oder mische sich mit der Luft, so bleibt es nur sehr kurze Zeit in Freyheit, denn bald wird es wieder der Satellit eines andern Körpers, und besonders der atmosphärischen Flüssigkeiten.

§. 283.

Auf diese Weise haben gewöhnlich alle Substanzen unsers Erdballs, ihren Antheil an wirklich vorhandenem elektrischen Fluidum, den jede nach ihrer Natur be= sizt, d. h. dieses Fluidum läuft um die leitenden Sub= stanzen herum, und bleibt wie eingeschläfert in den nicht leitenden. Ohngeachtet dieses Unterschiedes in seinem Zustande, ist zwischen allen Substanzen in Betracht sei= ner ein Gleichgewicht, und zwar noch allgemeiner und vollständiger als in Betracht der Feuchtheit. Diese beyden Gleichgewichte sind indeß von einerley Art d. h. erstlich bestehen sie darinn, daß keine Substanz den An= theil der andern zu nehmen sucht, und dann darinn, daß die nicht leitenden Substanzen durch die Luft ihren An= theil an elektrischem Fluidum erhalten; so wie die hygro= skopischen Substanzen ihren lokalen Antheil an Was= ser durchs Feuer bekommen (§. 27.). Die Lufttheil= chen, welche mit den Körpern in Berührung kommen, rauben denen elektrisches Fluidum, welche es ihnen abtreten können, und geben es denen wieder die es an= nehmen können, bis das Gleichgewicht zwischen der Luft und den von ihr umgebenen Substanzen hergestellt ist. Was die absolute Menge des elektrischen Fluidums anbetrift, so kennen wir sie nicht besser, als die des Feuers; ja sie hat keinen von diesen festen Punkten, die wir bey der ausdehnenden Kraft des Feuers haben. Wir kennen nur den Punkt, wo alle Substanzen eines

Orts,

Digitized by Google

Orts, eine verhältnißmäßige Menge von elektrischem Fluidum besitzen; und dies ist ihr gewöhnlicher Zustand: aber die ihnen zugetheilte absolute Menge, kann abwechseln, ohne daß wir es, wenigstens bis jezt, durch ein sicheres Zeichen merken können.

## §. 284.

So lange also das elektrische Fluidum gleich mäßsig unter die merkbaren Substanzen vertheilt ist, verspüren wir es an keinem Zeichen, und dies negative Zeichen deutet uns eine gleichmäßige Vertheilung an. Dies ist also ein offenbares Beyspiel, daß wir das Daseyn gewisser Substanzen, auf keine andre Art als durch ihre erkannten Wirkungen einsehen können. Die einzigen Phänomene, von denen wir bisher wußten, daß sie gewiß von dem elektrischen Fluidum abhiengen, haben nur bey Unterbrechung des Gleichgewichts Statt, die sich zuweilen aus natürlichen Ursachen eräugnet, welche wir aber auch durch die Kunst hervorbringen können. Einige Physiker nennen Erregung, die Mittel, wodurch wir elektrisches Fluidum auf isolirten Leitern anhäufen, von denen das vorzüglichste die Elektrisirmaschine ist. Alle diese Verfahrungsarten haben das gemein, daß hier ein Reiben zwoer Substanzen ist, wovon wenigstens eine endlich elektrisches Fluidum erlangt, oder verloren hat, und daß, wenn keine von beyden, mit dem Erdboden, dieser unerschöpflichen Quelle des Fluidums, in Verbindung war, niemals die eine etwas bekommen hat, ohne daß die andre davon verloren hätte. Man bemerkt hier auch von zwoen Umständen einen, entweder daß die behandelten Substanzen verschiedene leitende Fähigkeiten haben, oder daß von zwoen gleich nicht leitenden Substanzen, die eine, von der andern, welche schnell darüber hin strich, an einem Punkt stark gerieben ist. Hieraus

aus bin ich geneigt, zu schließen, daß die allgemeine Wirkung des Reibens darinn bestehe, das elektrische Fluidum in Bewegung zu setzen, und daß in einem Augenblick von Unbestimmtheit, die eine der Substanzen davon mehr, als die andre zurück behalte; entweder weil das elektrische Fluidum, sich auf eine etwas größre Entfernung hierhin begiebt, oder weil sie es bereitwilliger, zu ihren entfernten Theilen zuläßt; oder endlich, weil sie das Fluidum beym Entweichen anhält, welches sie auch williger ergriffen hat. Wenn in diesem leztern Fall diese Substanz einen leitenden Körper antrifft; so sezt sie hier bald ihre Ueberladung ab: und wenn die andre Substanz in Verbindung mit dem Boden ist; so ersezt sie bald ihren Verlust, so daß dieselbe Operation wiederholt wird, wenn die erstre Substanz sie von neuem reibt. Dies ist der Fall mit der Elektrisirmaschine, unserm vorzüglichsten Mittel das elektrische Gleichgewicht zwischen einem isolirten Leiter und dem Boden oder der umgebenden Luft zu unterbrechen. Ich werde künftig dies Aufheben des Gleichgewichts, Elektrisirung nennen; so daß, einen Körper elektrisiren heiße, ihn, in einem oder anderm Sinne aus dem elektrischen Zustande der benachbarten Körper ziehen.

## §. 285.

Diese Unterschiede in der Entfernung, auf welche sich das elektrische Fluidum zu verschiedenen Substanzen hinneigt, entspringen aus einem seiner Bestandtheile, nämlich der elektrischen Materie; denn sein fortleitendes Fluidum folgt ganz andern Gesetzen, wovon dieses die vornehmsten sind. 1. Es strebt in einer grössern Entfernung nach allen Substanzen, als die elektrische Materie gegen irgend eine. 2. Sein Hang geht immer, so wie bey der elektrischen Materie, von dem

Körper

Körper der mehr besizt, zu denen, die weniger davon haben. 3. Bey übrigens gleichen Umständen, hat der Körper, welcher das meiste elektrische Fluidum hat, auch das meiste fortleitende Fluidum. 4. Der Hang dieses leztern zu andern Körpern, vermindert sich, so wie bey der elektrischen Materie, in Verhältniß, wie diese entfernter sind. 5. Dies Fluidum hat eine besondre Verwandschaft mit der elektrischen Materie, und durch ihre Verbindung entsteht das elektrische Fluidum; diese Verbindung aber ist sehr schwach; so daß das elektrische Fluidum, noch mehr als die Wasserdünste (§. 11.) in einem beständigen Zustande von Zersetzung und Wiederzusammensetzung ist. 6. Endlich, nach einer Folgerung aus dem vorigen Gesetze, hat dieselbe Menge elektrischer Materie, welche demselben Körper zugehört, mehr oder weniger ausdehnende Kraft, als elektrisches Fluidum, wenn sie mit mehrerem fortleitenden Fluidum verbunden ist; wovon ich die Ursache in den ähnlichen Modifikationen der Wasserdünste gezeigt habe.

Dieses sind die allgemeinen Gesetze, sowohl der elektrischen Materie und ihres fortleitenden Fluidums als des, durch ihre Verbindung erzeugten elektrischen Fluidums: ich werde Gelegenheit haben, sie noch besonders zu entwickeln, indem ich sie bey andern Phänomenen bemerken lasse.

## Dritter Abschnitt.

### Von den Phänomenen der Leidner Flasche und der Kleistischen Platte.

§. 286.

In dem allgemeinen Phänomen der elektrischen Einflüsse zeigt sich am deutlichsten die Analogie des elektrischen Fluidums, mit den Wasserdünsten d. h. seine Dunstnatur. Ich habe schon oben gesagt, daß ich es der Theorie von H. Volta verdanke, diese Aehnlichkeit wahrgenommen zu haben; ich will hier aber daraus dasjenige Gesetz anführen, welches mich darauf gebracht hat. Man hatte schon lange den Einfluß der elektrisirten Körper, auf die benachbarten entdeckt, und selbst seine Gesetze ziemlich gut bestimmt. Durch diese Entdeckung ist aber die allgemeine Theorie der elektrischen Phänomene nicht viel weiter gekommen; weil man einen andern Umstand nicht bemerkt hatte, den Hr. Volta beobachtete, und welcher bald vor seinen Augen derselben Theorie eine große Menge Phänomene unterwarf, die bisher an nichts gebunden waren. Dieser Umstand, woran ich auch sogleich einen von den Gängen der Wasserdünste erkannte, ist die Modifikation, welche der elektrisirte Körper selbst erleidet, wenn er den elektrischen Zustand der benachbarten Körper modificirt. So z. B. wenn ein positiv elektrisirter Körper, einen benachbarten Körper, der mit dem Boden in Verbindung war, zu dem negativen Zustand brachte; so ist der positive Zustand des erstern geschwächt, und er bleibt in diesem Zustande so lange, als der andre Körper in seiner Nachbarschaft ist; er kömmt aber in den vorigen Zustand zurück, sobald man diesen Körper entfernt. Dies ist das eigene Gesetz der Theorie von Hr. Volta; worunter sich dadurch alle Phänomene

der

Digitized by Google

der elektrischen Einflüsse, von denen mit der Leidner Flasche anzufangen, die zuvor nur so dunkel waren, weil man sie noch nicht auf ihre wahre Ursache geführt hatte, bringen lassen: unter dieselbe Theorie kann man auch die Phänomene der Apparate, die von Hr. Volta herrühren, als des Elektrophors, Condensators und Conservators der Elektricität bringen.

## §. 287.

Mein System über die Natur des elektrischen Fluidums erklärt die Gesetze der Voltaischen Theorie; und folglich erklärt es wie diese, alle Phänomene, die sie umfaßt, es erstreckt sich aber noch weiter als jene, weil die allgemeinern Gesetze noch mehr Phänomene umfassen. In diesem und den folgenden Abschnitten will ich es zeigen, und ich fange hier mit Erklärung der Phänomene der Leidner Flasche an. Da aber die, bey der Kleistischen Platte genau dieselben sind; und dieser Apparat weit bequemer als die Flasche ist, um sie zu zerlegen; so habe ich ihn auch bey den meisten Versuchen gebraucht, und werde auch meine Erklärungen darauf richten, indem ich erst die Ladung der Platte durch die ähnlichen Modifikationen der Wasserdünste vorstelle.

## §. 288.

Ich nehme eine Glasplatte an, von der Temperatur der umgebenden Körper, und von beyden Seiten mit Wasser umfaßt. Ich nehme ferner an, daß Wasserdünste, welche heißer sind als diese Platte, sich zu einer ihrer Seiten bewegen, die ich A. nennen will. In Verhältniß wie diese Dünste in Berührung mit der Platte kommen, zersezt sich davon ein Theil; das befreyete verborgene Feuer, verbreitet sich über die ganze Platte, und das von ihm verlassene Wasser, verbindet sich mit dem,

 womit

womit die Seite A. schon bekleidet war. Das neue Feuer, welches zu der andern Seite B. kömmt, bringt hier entgegengesezte Wirkung in Betracht der Menge des Wassers hervor; denn es vermehrt die Verdunstung auf dieser Seite, wodurch hier diese Menge vermindert wird. Eine größre Ausdünstung aus der Seite B. verbraucht das ihr von der Seite A. zugeführte Feuer, und sodann theilt diese von neuem mit jener ihren Ueberschuß: daher verdickt sie eine neue Menge Dünste. Diese entgegengesezten Veränderungen, in Absicht der Menge des Wassers auf beyden Seiten, nehmen immer zu, bis die Platte, die Temperatur der Wasserdünste erhalten hat. Bey diesem Punkte aber, hören die Dünste auf, sich an der Seite A. zu zersetzen: daher ihre fortschreitende Bewegung zu ihr hin, aufhört, und die Ungleichheit der Vertheilung des Wassers auf beyden Seiten, ihr Größtes erreicht hat. Da in diesem Zustande, die Seite B. etwas entfernter ist von der Quelle der Wärme, als die Seite A. so ist sie ein wenig kälter, und ihre Dünste haben auch eine etwas geringere ausdehnende Kraft, als die auf der Seite A.

## §. 289.

Dasselbe geschieht bey der Ladung der Kleistischen Platte, die fremden Wässerdünste, welche zu der im Beyspiel angenommenen Platte kommen, stellen den Strom des elektrischen Fluidums vor, der auf eine Seite A. der Platte stößt. Dieses Fluidum besteht wie die Wasserdünste, aus zwoen Substanzen, wovon eine sich entbindet, und durch die Platte geht; dies ist das fortleitende elektrische Fluidum, und die andre sezt sich hier alsdann ab, nämlich die elektrische Materie. Die Verdunstung auf der Seite B. in dem Beyspiel, stellt vor, was sich in Betracht der elektrischen

Ma-

Materie auf der analogen Seite der Platte zuträgt: denn diese Materie bekömmt eine neue Menge forleitendes Fluidum, und fließt zum Theil in den Boden, durch den von dieser Seite angebrachten Ableiter, welcher Umstand beym Laden nöthig ist. Dieses Entweichen einer Menge des elektrischen Fluidums, von der Seite B. der Platte, bringt auf der Seite A. dieselbe Wirkung hervor, wie die Verdünstung in dem Beyspiel, d. h. es vermindert hier die Menge des fortleitenden Fluidums, und bringt also eine neue Zersetzung des elektrischen Fluiduns, dessen elektrische Materie sich auf dieser Seite absezt, hervor. Die größte Ladung wird endlich auch durch eine analoge Ursache hervorgebracht, wie in dem Beyspiel; d. h. sie hat Statt, wenn die Menge des fortleitenden Fluidums, welche der Platte übrig ist, endlich der Belegung der Seite A. wodurch allein diese Seite modificirt werden kann, eine Menge elektrisches Fluidum überläßt, das einerley ausdehnende Kraft, mit dem, aus der Quelle hat. Und alsdann findet man auch, daß dies elektrische Fluidum mehr ausdehnende Kraft als dasjenige habe, welches noch in der Belegung von B. sich aufhält.

## §. 290.

Folgendes ist der Zustand, in dem sich alsdann die verschiedenen Theile des Apparats befinden, 1. Die Menge der elektrischen Materie, ist auf der Seite A. sehr vermehrt, und auf der Seite B. sehr vermindert, 2. die Vermehrung auf der ersten, ist weit größer als die Vermindrung auf der andern, weil die Entfernung, welche die Dicke der Platte zwischen sie sezt, den Hang des fortleitenden Fluidums das auf die Seite A. gekommen ist, sich zu der Seite B. zu begeben, in dem Maaße vermindert, als leztre von ihrem elektrischen Fluidum durch

den Boden verliert. 3. Obgleich die Menge der elektrischen Materie auf der Seite A. sehr vermehrt ist: so hat doch das elektrische Fluidum, welches in seiner Belegung sich aufhält, nicht mehr ausdehnende Kraft, als das Fluidum der Quelle, welche die Ladung hervorgebracht hat, weil der größre Theil der neuen Menge von elektrischer Materie, auf der nicht leitenden Oberfläche abgesezt worden, und da sie hier ihres fortleitenden Fluidums beraubt wurde, welches durch die Platte gestrichen ist, hier um so viel mehr gebunden wird. 4. Obgleich die Menge der elektrischen Materie, auf der Seite B. sehr vermindert ist, so hat doch das elektrische Fluidum, welches in seiner Belegung sich aufhält, eben so viel ausdehnende Kraft, als das des Bodens; weil es einen Ueberfluß an fortleitendem Fluidum besizt. Dieses Fluidum ist es, das, indem es durch die Platte gieng, einen Theil der elektrischen Materie, die zu dieser Seite gehörte, von der nicht leitenden Oberfläche, in die Belegung brachte, und von dieser in den Boden, bis dies Gleichgewicht wieder hergestellt ist. 5. Endlich ist also die gesammte Menge des fortleitenden Fluidums, in der Platte vermehrt; zuerst durch alles das, was das überflüssige elektrische Fluidum in der Belegung A. enthält, und dann durch die ganze Menge, welche die Seite B. besizt, und durch welche, mit weniger elektrischen Materie, das in seiner Belegung enthaltene elektrische Fluidum, dennoch dem des Bodens, das Gleichgewicht hält.

## §. 291.

Aus diesem Zustande der Platte nach der Ladung, fließen unmittelbar die Phänomene derjenigen Art von Entladung, die man hervorbringt, wenn man abwechselnd die beyden Belegungen berührt: hierunter verstehe

stehe ich, wenn man sie wechselsweise mit dem Boden in Verbindung bringt. Ein erstes Berühren der Belegung B. würde keine Wirkung hervorbringen, weil ihr elektrisches Fluidum schon mit dem Boden im Gleichgewicht ist. Das erste wirksame Berühren geschieht also bey der Belegung A. weil man ihr dadurch die Menge des elektrischen Fluidums raubt, was sie über den elektrischen Zustand des Bodens besaß. Sie wird sich also sodann mit ihm in elektrisches Gleichgewicht setzen, indem sie jedoch immer einen Ueberfluß an elektrischer Materie behält, die aber auf dieser Seite der nicht leitenden Platte aus Mangel an fortleitendem Fluidum unbeweglich bleiben wird, das Mittel ihr eine neue Menge von diesem Fluidum zu verschaffen, ist, das man alsdann die Seite B. berührt: dann der Verlust dessen, was durch diese erste Entladung in den Boden fließt, ist dem ganzen Apparat gemein; und also ist das elektrische Fluidum der Belegung B. mit dem Boden nicht mehr im Gleichgewicht: wenn man also sodann diese Belegung berührt, so wird sie wieder elektrisches Fluidum aufnehmen, bis das Gleichgewicht mit dem Boden wieder hergestellt ist. In dieser zweyten Operation zersezt sich ein Theil des elektrischen Fluidums, das aus dem Boden kömmt: sein fortleitendes Fluidum geht durch die Platte, um sich auf die Seite A. zu begeben, und dadurch sezt es elektrische Materie auf der nicht leitenden Seite B. ab, und entreißt der Seite A. davon etwas, das es in seine Belegung als elektrisches Fluidum, überbringt: so daß der Apparat sich beynahe wieder, wie in dem Zustande vor dem ersten Berühren befindet, und man also dieselbe Operation wiederholen kann.

§. 292.

Digitized by Google

§. 292.

Ich habe gesagt, daß nach dieser ersten Operation, die Platte sich nur beynahe wieder in demselben Zustande befinde, wie nach der Ladung; weil schon eine kleine Veränderung in ihrem Zustande vorgegangen ist, die von der Vermindrung des Unterschiedes herrührt, der sich zwischen der Menge der elektrischen Materie, auf beyden Seiten der Platte, befand. Aus der Vermindrung dieses Unterschiedes, entspringt eine Vermindrung der Intensität in der Wirkung der nachfolgenden wechselsweisen Berührungen, so daß die gänzliche Entladung nur sehr langsam auf diese Weise geschieht, wenn der Zustand des umgebenden Mittels nicht dazu beyträgt, sie zu beschleunigen. Ich werde in der Folge das Mittel anzeigen, welches ich gebraucht habe, um bey jedem Schritt, die Modifikationen, der beyden nicht leitenden Flächen und ihrer beyden Belegungen zu erkennen, wodurch dieser ganze successive Gang ausnehmend deutlich wird. Die plötzliche Entladung, welche sich ergiebt, wenn man eine leitende Verbindung, zwischen der Seite A. und dem Boden veranstaltet, unterdeß die Seite B. auch damit verbunden wird; ist nur eine schnellere Aufeinanderfolge derselben obigen Wirkungen. Ich will mich also bey diesem Phänomen nicht aufhalten, und komme auf eine andre Art die Platte zu laden, und will auch dessen Aehnlichkeit mit den Modifikationen der Wasserdünste zeigen.

§. 293.

Da die elektrische Materie sich auf der Seite A. der nicht leitenden Platte nur darum anhäuft, weil das fortleitende Fluidum sie hier absezt, indem es durch die Platte geht, um sich mit der elektrischen Materie

auf

auf der entgegengesezten Seite zu verbinden, und sie mit sich dahin zu reißen', wo sie den wenigsten Widerstand spürt, so fiel mir ein, daß man das neue auf der Seite B. gebildete elektrische Fluidum gebrauchen könnte, um die Seite A. zu laden. Um diese Vermuthung durch einen Versuch zu prüfen, machte ich eine leitende Verbindung zwischen der Seite B. der Platte und dem Reibzeuge einer Elektrisirmaschine, und eine ähnliche Verbindung zwischen der Seite A. und den Spitzen, welche das elektrische Fluidum von dieser Maschine annehmen; hiedurch lud sich die Platte, wie auf die gewöhnliche Weise. Das Reibzeug, wird durch das Glas, eines Theils seines elektrischen Fluidums beraubt, sobald man zu reiben anfängt, und raubt es daher sogleich der Seite B. und das Glas bringt der Seite A. diese lange Zeit wieder entstehende Menge von elektrischem Fluidum, so es dem Reibzeuge raubt. Dieser Gang ist bey meinem Apparat sehr deutlich, wo die respektiven Modifikationen der beyden Seiten der Platte beständig angezeigt werden: man sieht hier besonders, daß die Seite B. elektrisches Fluidum verliert, ehe die Seite A. dergleichen erhält, und daß sie immer ein wenig mehr negativ bleibt, als die andre positiv wird; so wie umgekehrt bey der gewöhnlichen Ladung, die Seite A. mehr positiv wird, als die Seite B. negativ.

## §. 294.

Um die Modifikationen des elektrischen Fluidums, mit denen bey den Wasserdünsten zu vergleichen, muß man jedesmal durch Kunst, bey dieser leztern etwas ergänzen, was jenes erstre von Natur hervorbringt. Um also diese Ladung der Platte durch analoge Modifikationen bey den Wasserdünsten vorzustellen, muß man sowohl die natürliche Isolirung ihrer beyden Seiten,

als

als die Operation der Maschine, die sie, eine durch die andre modificirt, ergänzen. Um die Isolirung zu ergänzen, will ich zuerst annehmen, daß eine Glasplatte ein Gefäß in zwo Höhlungen abtheile, und um den elektrischen Zustand, der nicht leitenden Fläche der Kleistischen Platte vor der Operation, vorzustellen, will ich ferner annehmen, daß diese Glasplatte von beyden Seiten befeuchtet sey. Was den Theil der Isolirung der Platte betrifft, der darinn besteht, daß die benachbarte Luft nicht merklich den Anfang des Ladens modificirt, muß man in Rücksicht der Wasserdünste noch zusetzen, daß die beyden Höhlungen luftleer seyen, und daß ihre Wände, die in dem Verschlage hervorgebrachten Wirkungen nicht merklich modificiren. Was endlich die Operation der elektrischen Maschine betrifft, so müssen wir statt ihrer eine Säug- und Druck-Pumpe gebrauchen. Diese Pumpe muß zwey Ventile haben, wovon eines, das mit der Höhlung B. in Verbindung ist, sich von dieser Höhlung nach der Pumpe zu öffnet, und das andre, mit der Höhlung A. in Verbindung, muß sich von der Pumpe nach dieser Höhlung zu, öffnen. Folgendes sind nun die nothwendigen Wirkungen eines solchen Apparats.

§. 295.

So wie es bey dem Apparate der Platte hinreichend ist, die Elektrisirmaschine zu drehen, um einen Theil der elektrischen Materie von der Seite B. nach der Seite A. der nicht leitenden Platte zu treiben; eben so wird es auch bey unserm Apparat mit Dämpfen zureichen, die Pumpe in Bewegung zu setzen, um einen Theil des Wassers, welches die Seite B. des Verschlages überzieht, auf die Seite A. zu bringen. Indem man erstlich den Stämpel der Pumpe aufzieht, so wird man in dieselbe einen Theil der Dünste, die in der Höh-

Digitized by Google

Höhlung B. gebildet sind, hinein treiben, und indem man den Stämpel zurückstößt, werden diese Dünste in die Höhlung A. treten. Alsdann wird eine neue Verdünstung auf der Seite B. sich eräugnen, wodurch sie erkalten wird; und dieses Erkalten theilt sich der Seite A. mit, welche daher einen Theil der Dünste in ihrer Höhlung verdichten wird. Die verdichteten Dämpfe werden die Menge des Wassers auf dieser Seite vermehren; zu gleicher Zeit da ihr verborgenes Feuer, zum Theil durch den Verschlag geht, und das Wasser auf der Seite B. in den Stand setzen wird, um so viel leichter zu verdünsten, wenn man durch einen zweyten Zug der Pumpe aufs neue, Dünste aus der Höhlung B. um sie nach der Höhlung A. zu bringen, aufziehen wird: wodurch dieselben entgegengesezten Wirkungen, auf den entgegengesezten Seiten des Verschlages werden erneuert werden. Man sieht leicht, daß die von den Dämpfen eingenommenen Höhlungen, die Belegungen der Kleistischen Platte vorstellen, in welchen allein, sich gleichfalls gänzlich gebildetes elektrisches Fluidum befindet. Denn in Betracht der Seiten der nicht leitenden Platte, ist die elektrische Materie hier ohne Bewegung abgesezt, so wie das Wasser an den Seiten des Verschlages in dem Beyspiel.

## §. 296.

Nichts kann also analoger seyn, als die beyden beschriebenen Operationen, sobald man nur künstlich die Folgerungen aus den distinctiven Eigenschaften der beyden Arten von Dünsten ergänzt. Ich muß hier jezt aber, selbst bey den ähnlichen Theilen dieser Operation, andre Verschiedenheiten anmerken, welche von denen herrühren, die ich, bey den Graden der analogen Eigenschaften, ihrer respektiven Dünste angeführt habe.



Digitized by Google

Und zuerst was die Dauer der Operation betrift: Die Ladung der Platte geschieht sehr geschwind, weil das fortleitende elektrische Fluidum in einem Augenblick alle Körper durchstreicht, um seinen Gesetzen des Gleichgewichts zu gehorchen: unterdessen, daß die Operation des Fortbringens des Wassers von einer Seite des Verschlages zur andern, langsam geschehen würde; weil das Feuer sehr langsam die Körper durchstreicht. Aus demselben Unterschiede des Grades zwischen den analogen Eigenschaften der beyden fortleitenden Flüssigkeiten, entspringt ferner, daß man keine plötzliche Entladung des Glas-Verschlages (d. h. eine plötzliche Zurückkunft, des überschüssigen Wassers von der Seite A. nach der Seite B.) hervorbringen könne, wie man es in Betracht der elektrischen Materie in der Platte macht, indem man nur eine leitende Verbindung zwischen den beyden Belegungen bewerkstelliget. Aber, fast bis auf die Geschwindigkeit (die man nicht hervorbringen könnte, weil man das Feuer nicht zwingen kann, schneller durch den Verschlag zu streichen) kann man diese Entladung der Platten nachahmen, wenn man durch Kunst, den Hang ergänzt, welchen das elektrische Fluidum hat, sich längst dem Leiter von der Belegung A. nach der Belegung B. zu begeben, so lange davon in der erstern mehr, als in der leztern ist. Hiezu wäre hinreichend, eine Verbindung der Höhlung A. mit der Höhlung B. zu machen, und eine jegliche Ursache, welche die Dünste der erstern nach der leztern brächte, bis die Menge des Wassers auf beyden Seiten des Verschlages gleich wäre. Denn das Feuer würde alsdann einen entgegengesezten Weg, mit dem, in der ersten Operation nehmen; so wie das fortleitende elektrische Fluidum, bey der Entladung der Platte thut. Denn durch dasselbe entsteht diese Entladung und

der

der Gang ist folgender. Ehe man eine leitende Verbindung macht, ist das fortleitende Fluidum zwischen den beyden Seiten der Platte im Gleichgewicht, seinen Gesetzen und dem respektiven Zustand der beyden Seiten, in Betracht der Menge der elektrischen Materie gemäß. Sobald man eine Verbindung bewirkt, tritt die Belegung A, der Belegung B. die Hälfte ihres überschüssigen elektrischen Fluidums ab. Alsdann also hat die Seite A. fortleitendes Fluidum verloren, und die Seite B. gewonnen: dieses unterbrochene Gleichgewicht, stellt sich aber bald, durch Zersetzung eines Theils, des neuen, auf die Seite B. gekommenen elektrischen Fluidums wieder her; dessen elektrische Materie sodann auf der nicht leitenden Seite abgesezt wird, da zu gleicher Zeit das fortleitende Fluidum sie durchdringt, und eine neue Menge elektrischer Materie auf der Seite A. belebt. Hier ist also eine neue Menge von, auf der Seite A. gebildeten elektrischen Fluidum, dessen sich die Belegung bemächtigt, um es aufs neue mit der Belegung B. zu theilen: hiedurch erneuert sich dieselbe Operation, bis das Gleichgewicht des elektrischen Fluidums zwischen beyden Seiten, so viel es wenigstens sodann möglich ist, wie ich dies noch erklären will, wieder hergestellt ist.

## §. 297.

Aus dem Unterschiede des Grades in dem Hange des Wassers und der elektrischen Materie zu gewissen Körpern, entspringt, in den beyden comparativen Entladungen, ein noch wesentlich zu bemerkender neuer Unterschied. Das Wasser hängt nur wenig an allen Körpern an; daher das, welches die Seiten des Verschlages überzöge, den geringsten Ursachen zur Unterbrechung des Gleichgewichts der Dünste in den beyden Höhlungen, nach-

nachgeben, und dies Gleichgewicht wieder herstellen würde. Die elektrische Materie aber, hängt fest an den nicht leitenden Oberflächen, sobald sie hier einmal abgesezt ist; welches nur durch Punkte der unmittelbaren Berührung geschieht, und sogar nur, wenn ein gewisser Grad des Unterschiedes zwischen dem Leiter, der das elektrische Fluidum herbringt, und dem Punkte, den er berührt, vorhanden ist. Daher rührt es, daß die Entladung der Platte niemals vollständig ist, wenn auch die beyden Belegungen in leitender Verbindung sind. Es bleibt immer und auf lange Zeit, etwas überflüssige elektrische Materie, auf der Seite, welche den Ueberschuß hatte, da zugleich diejenige, welche verloren hatte, sie nicht gänzlich wieder annimmt. Dies ist ein merkwürdiger Theil der Phänomene, bey der Kleistischen Platte oder der Leidner Flasche, weil hieraus die elektrischen Phänomene entspringen, wovon ich im folgenden Abschnitt handeln werde.

## §. 298.

Indem ich bisher von den Phänomenen der Kleistischen Platte rede, habe ich nur einer Platte einer nicht leitenden Substanz überhaupt gedacht, weil in der That diese Phänomene, welche mit denen der Leidner Flasche einerley sind, dem Glase nicht ausschließungsweise zukommen. Dieses entdeckten mein Bruder und ich, etwa vor 38 Jahren, d. h. etwa um die Zeit, da wir die Versuche über den elektrischen Stoß machten, der vermittelst der Röhren und des Springbrunnens von Genf hervorgebracht wurde, welche Hr. Jallabert dem Abt Nollet mittheilte, und leztrer in seinen Briefen über die Elektricität bekannt machte. Wir waren damals auf alles aufmerksam, was diesen Stoß betraf, und fanden an dem Glase, woraus die Leid-

ner

ner Flasche bestand, nur eine Substanz, welche das elektrische Fluidum auf der innern Seite zurück hielt, indeß sie es auswendig verlor; eine Substanz, wobey das Pech, eine von den Verrichtungen nämlich das Isoliren, erfüllte; wir versuchten also eine Leidner Flasche aus Pech zu machen, und es glückte uns, vermittelst einer Flasche von Eisenblech mit einem gläsernen Halse, die mit einer Schicht Pech, und ein Theil von diesem mit Staniol, bedeckt war. Aufgemuntert durch diesen guten Erfolg, wollten wir auch die Seide versuchen, indem wir gleichfalls damit eine Flasche aus verzinntem Blech mit einem gläsernen Halse, bedeckten: aber dieser Versuch glückte nicht. Wir konnten das Experiment nicht anders vornehmen, als wenn wir die Flasche mit mehreren doppelt zusammen gelegten seidnen Stoffen bedeckten: aber wenn nur wenig da war, so drang das elektrische Fluidum gänzlich durch, und wenn genug da war, um diese Wirkung zu verhindern, so war nur Isolirung da. Ich habe hernach auf ein andres Mittel gedacht, das ich aber noch nicht versucht habe: Man müßte nämlich eine große Menge Seiden-Würmer nehmen, die im Begriff sind zu spinnen, und ihnen sodann die kleine Masse von Substanz rauben, die aus ihrer Lippenspitze, um Seide zu machen, herausgehen will, und sie sogleich auf eine leitende Platte ausdehnen, so daß man sie mit dieser Substanz überfirnißte, welches mir nicht unmöglich vorkömmt. Verrichtet man dies, so zweifle ich nicht, daß eine solche Platte eine wirkliche Kleistische wäre; oder daß, wenn man mit dieser Substanz eine Flasche von verzinnten Blech mit einem gläsernen Halse bedeckte, sie die Phänomene der Leidner Flasche hervorbrächte. Kurz, der Grundsatz, wovon wir damals ausgiengen, um mit andern Substanzen als dem Glase diese Phänomene hervorzubringen, war derselbe,



Digitized by Google

den der D. Franklin hernach bey Erklärung der Phänomene der sogenannten Leidner Flasche bekannt machte; daß nämlich diese Phänomene durch Anhäufung des elektrischen Fluidums im Innern dieser Flasche, da es zugleich die äußre Fläche verließe, hervorgebracht würden. Wir verbanden damit die Vermuthung, daß diese Eigenschaft mit dem nicht leitenden Vermögen verknüpft sey, welches auch das Pech bestätigte. Und da ich nachher die elektrischen Versuche wieder vornahm, und von derselben, nach meinem System erklärten Theorie ausgieng, habe ich ohne Glas verschiedene Arten von Kleistischen Platten gemacht, die sich eben so stark als die gläsernen laden; ich will sie hernach mit einigem andern Apparat beschreiben.

## Vierter Abschnitt.

### Von dem Elektrophor und dem Condensator der Elektricität.

§. 299.

P. Beccaria hatte ein merkwürdiges Phänomen, bey den Glasplatten, die zuerst geladen und hernach entladen waren, entdeckt. Dieses Phänomen, das er weitläuftig beschrieben und *Electricitas vindex* genannt hat, besteht überhaupt darinn, daß dergleichen Platten lange Zeit den elektrischen Zustand, auf sie gelegter leitender Körper ändern, ohne selbst merklich durch diese hervorgebrachten Veränderungen modificirt zu werden. Die Erklärung, welche P. Beccaria von diesem Phänomen gab, war nur eine Wiederholung desselben mit andern Worten; ich will mich also dabey nicht aufhalten, und sogleich auf die Ursache kommen, welche

Hr.

Hr. Volta anzeigte, indem er den Elektrophor erfand, wo sich die größten Phänomene dieser Klasse äußern. Da mein System über die Natur und Modifikationen des elektrischen Fluidums, großentheils auf die Theorie von Hr. Volta gegründet ist, so werde ich diese auf die Phänomene des Elektrophors anwenden, wenn ich sie nach diesem System erkläre. Ich will es also sofort unter dieser Form thun: und der Kürze wegen, werde ich die Vergleichung der Modifikationen der Wasserdünste mit denen des elektrischen Fluidums übergehen; weil ich ihre Aehnlichkeit, in allem was die allgemeinen Charaktere, die ich den Dünsten beylegte, betrift, hinlänglich gezeigt zu haben glaube.

§. 300.

Der eigentlich so genannte Elektrophor besteht aus einer Harzschichte, die auf einem leitenden Körper, der mit dem Boden in Verbindung ist, angebracht wird. Das gewöhnliche Verfahren dieser Schicht das elektrophorische Vermögen zu geben, besteht darinn, sie auf ihrer offnen Oberfläche zu reiben, wodurch sie etwas von ihrem elektrischen Fluidum verliert, unterdessen die entgegengesezte Fläche es gewinnt. Eine geriebene Harzfläche verliert elektrisches Fluidum, weil der reibende Körper, sich leichter des durch das Reiben in Bewegung gesezten Fluidums bemächtigt, und weil sogleich der kleine Ueberschuß, den er empfängt, durch die Hand dessen, der den Versuch anstellt, in den Boden strömt. Durch diesen Verlust an elektrischem Fluidum verliert die geriebene Oberfläche ihr fortleitendes Fluidum, und die entgegengesezte Fläche theilt ihr dergleichen sogleich mit. Aber alsdann widersteht das elektrische Fluidum dieser lezten, nicht mehr so stark dem Fluidum des Bodens, und sie erhält daher eine kleine Menge,

die sich hier verdickt. Die Gränze dieser entgegengesez-ten Veränderungen findet sich in dem Widerstande der geriebenen Fläche, über eine gewisse Menge fortleiten-des Fluidum dem reibenden Körper abzutreten, und ihre Dauer rührt daher, daß selbst dann, wenn das Rei-ben aufhört, diese Fläche nur sehr schwer das verlorne Fluidum wieder annimmt. Denn das elektrische Flui-dum, was sich auf der entgegengesezten Seite angehäuft hat, theilt mit jener sein fortleitendes Fluidum, und verschaft also, dem elektrischen Fluidum das ihr noch übrig ist, eine Vermehrung der ausdehnenden Kraft, welcher Umstand nicht nur, wie wir gesehen haben, dazu beytrug, daß sie dergleichen verlor, sondern auch hin-wiederum vermittelt, daß der leitende Körper, welcher in Verbindung mit der andern Fläche ist, ihr nicht das elektrische Fluidum, was sie erlangt hat, raube. So wird also selbst die Ursache dieser entgegengesezten Mo-difikationen zwoer Oberflächen einer nicht leitenden Plat-te, die Ursache ihrer Dauer, obgleich diese Oberflächen in Verbindung mit leitenden Körpern sind.

§. 301.

Man sieht also, warum die nicht leitende Schicht eines Elektrophors so dünn als möglich seyn muß; und warum selbst, wenn sie eine große Dicke hat, das Rei-ben ihrer offnen Oberfläche fast keine Wirkung hervor-bringt. Denn da die erste kleine Wirkung, die man hervorgebracht hat, sich nicht auf der entgegengesezten Fläche, wegen ihres Abstandes, verspüren läßt; so folgt keine andre, und sie selbst wird bald durch das Berühren leitender Körper zerstört: dieses sieht man, an der kur-zen Dauer elektrischer Bewegungen, welche durch ein dickes Stück einer nicht leitenden geriebenen Substanz hervorgebracht sind, so wie z. B. mit dem Bernstein oder

oder Siegellack. Es folgt daraus, daß je dünner die nicht leitende Schicht ist, wenn sie nur stetig ist, desto mehr erlangt und erhält der Elektrophor seine Kraft: denn es entspringt daraus, daß die beyden Oberflächen stärker ihre entgegengesezten Zustände erlangen, und sich wechselsweise in demselben Verhältnisse helfen, sie zu erhalten. Die Gesetze der Theorie von Hr. Volta führten schon auf diesen Schluß; so wie auch mein System, das diese Gesetze erklärt, darauf leitet. Ich suchte also vom Anfange meiner neuen Versuche an, Mittel, um die nicht leitende Platte dünner zu machen; und es glückte mir mit gutem Siegellack, so daß ich davon eine isolirte Schicht von einem Fuß im Durchmesser, und nur von der Dicke eines Kartenplatts machte, deren elektrophorische Wirkungen daher, so wie die der Kleistischen Platte, sehr groß sind.

§. 302.

Der elektrische Zustand, worinn man eine nicht leitende Platte versezt hat, indem man eine ihrer Seiten reibt, unterdessen die andre auf einer leitenden Substanz ruhet, die mit dem Boden in Verbindung ist, ist grade derselbe, worinn sie verbleibt, wenn man sie wie die Kleistische Platte geladen, und dann entladen hat. Durch das Laden häuft man eine gewisse Menge elektrischer Materie auf einer Seite, und entzieht der andern, fast eine gleiche Menge dieser Materie. Beym Entladen giebt die Fläche, welche den Ueberschuß hat, nicht alles der Belegung wieder; weil die entgegengesezte Fläche, einen Theil fortleitenden Fluidums besizt, welches das neue elektrische Fluidum mitgebracht hatte; und umgekehrt, dieser Antheil an fortleitendem Fluidum, den die Fläche besizt, wo das elektrische Fluidum vermindert ist, verhindert den völligen Zutritt

 dieses

dieses Fluidums. Dieses hat von beyden Seiten Statt, wegen des nicht leitenden Vermögens der Platte: denn es entsteht daraus, daß ohne einen großen Unterschied, in dem elektrischen Zustande zwischen ihr und einem Leiter, dieser sie nur durch die Punkte der absoluten Berührung modificiren kann. Es sind aber diese Punkte immer sehr zahlreich, so auf einander passend man auch die beyden Oberflächen zu machen sucht, um die elektrophorischen Wirkungen, durch die größre Nähe der beyden Flächen zu vermehren. Ich will jezt diese Wirkungen beschreiben und erklären, indem ich dazu auf denselben Apparat, wodurch ich im vorigen Abschnitt, das Laden und Entladen der Kleistischen Platte erklärt habe, zurück komme.

## §. 303.

Wenn man auf die beyden Seiten der nicht leitenden Platte, mit Elektrometern versehene Belegungen anbringt, so wird man bey ihnen eine schwache Bewegung verspüren. Zuweilen bewegen sie sich beyde, einandermal nur eines, und bald das auf der positiven, bald das auf der negativen Seite. Der Fall, wo sich beyde um dieselbe Größe bewegen ist der, da eine von den Seiten der Platte genau so viel elektrische Materie verloren als die andre erhalten hat: und die Ursache, warum sodann dennoch Bewegung bey den Elektrometern Statt hat, liegt in dem Abstande der beyden Flächen, welchen der Einfluß der einen auf die andre vermindert, so daß die Menge des fortleitenden Fluidums in ihnen, einiges Verhältniß mit der respectiven Menge ihrer elektrischen Materie behält. Dieses zeigen die Elektrometer an, indem das eine sich bewegt, weil, ohngeachtet der Nähe der negativen Seite, sein elektrisches Fluidum etwas mehr ausdehnende Kraft, als das des

des Bodens, behält; und das andre, aus der entgegengesezten Ursache. Wenn nur ein Elektrometer sich bewegt, welches der gewöhnlichste Fall ist, so geschieht dies, weil die Modifikation, der, mit seiner Belegung correspondirenden Fläche, größer ist, als die entgegengesezte Modifikation der gegenüber stehenden Seite; die Seite, deren Elektrometer sich bewegt, oder am meisten bewegt, ist meistens diejenige, bey der die Modifikationen der nicht leitenden Platte angefangen haben. Wenn also ihr elektrophorisches Vermögen, das Ueberbleibsel eines gewöhnlichen Ladens und Entladens ist; so ist die elektrometrische Bewegung am öftersten auf der positiven Seite, die Platte sey nun von Glas oder einer harzigten Substanz. Ist dies Vermögen durch das Reiben einer Fläche hervorgebracht, so wird die elektrometrische Bewegung auf der positiven Seite seyn, wenn die Platte von Glase und auf der negativen, wenn sie aus einer harzigten Substanz ist. Viele Umstände verändern aber diese natürliche Ordnung, und ich habe nur aus den gesammten Phänomenen geschlossen. Ich will hier die erwähnten Elektrometer nicht beschreiben; denn ihre Sprache ist ein wichtiges Phänomen, das besonders abgehandelt zu werden verdient: ich will bloß bemerken, daß sie nur den Grad der ausdehnenden Kraft des elektrischen Fluidums, in den Belegungen, womit sie verbunden sind, und nicht die absolute Menge dieses Fluidums, anzeigen.

§. 304.

Es mögen nun die beyden Elektrometer durch ihre Bewegung, Veränderungen in dem Grade der ausdehnenden Kraft, des ihren Belegungen zugehörigen elektrischen Fluidums anzeigen, oder sich um eines bewegen; so zeigt, sobald man die eine oder andre Belegung in

in Verbindung mit dem Boden bringt, indem man sie berührt, ihr Elektrometer nur den Zustand des Bodens an, und alle elektrometrische Bewegung, hat auf der entgegengesezten Seite Statt: wenn man hernach, die Belegung auf dieser Seite berührt, so geht die elektrometrische Bewegung auf die andre. Wenn man sie auf diese Art, wechselsweise von einer Seite zur andern bringt, so sieht man sie allmählig bis auf einen gewissen Punkt abnehmen. Sind die Elektrometer empfindlich genug, um den kleinsten Grad des Unterschieds in der ausdehnenden Kraft des elektrischen Fluidums, zwischen den Belegungen und dem Boden anzuzeigen, so dauert diese Operation sehr lange, und wenn man anders nicht geschwind abwechselt, so bringt man nur von einer Seite zur andern, eine kleine Bewegung, die nicht mehr abnimmt, weil die Luft die Wirkungen dieser Berührungen zerstört, wie ich erklären werde. Man kann aber jedes elektrometrische Zeichen in dem Apparat aufhören machen, und sogar in einem Augenblick dieselbe Wirkung hervorbringen, welche erst nach obiger langen Operation entsteht; wenn man die beyden Belegungen auf einmal berührt. In einem oder andern Falle kann, wenn man die beyden Belegungen trennt, die auf der negativen Seite der nicht leitenden Platte, so sehr mit elektrischem Fluidum geladen seyn, daß sie einen Theil, in kleinen Büscheln ausschießt; und in diesem Fall, wird die andre so viel verloren haben, als man durch leuchtende Punkte wieder hinein treten sieht. Diese Veränderung, welche sich bey den Belegungen offenbart, wenn sie unter sich und von der elektrophorischen Platte getrennt sind, rührt überhaupt daher, daß sie sich alsdann einander nicht mehr modificiren, und daß also ihr respektives elektrisches Fluidum, eine, seiner Menge an elektrischer Materie verhältnißmäßige

aus=

ausdehnende Kraft erlangt, indem es sich mit der Luft, in Absicht des fortleitenden Fluidums ins Gleichgewicht sezt. Ich verschiebe es bis zu einem andern Ort, hievon die Art und Weise zu erklären, um nicht dasjenige zu unterbrechen, was die elektrophorischen Wirkungen betrift, deren Gang ich hier vorlege.

§. 305.

Ich will den Fall annehmen, wo die beyden Elektrometer sich im Anfange der Operation bewegen; das eine, weil die Seite des Elektrophors, die mit seiner Belegung in Verbindung ist, dieser leztern etwas fortleitendes Fluidum verschaft, und das auf der andern Belegung, aus entgegengesezter Ursache. Wenn ich die erste von diesen Belegungen berühre, so verliert sie etwas von ihrem elektrischen Fluidum, das in den Boden strömt, und ihr Elektrometer kömmt auf den Ruhepunkt, welches das Gleichgewicht mit dem Boden andeutet. Wenn man aber auf diese Weise, den Ueberschuß an fortleitendem Fluidum von dieser positiven Seite des Elektrophors genommen hat, so ersezt er nicht mehr den Mangel, der sich auf der negativen Seite befindet; und die Vermindrung der ausdehnenden Kraft, welche daraus in dem elektrischen Fluidum der Belegung auf dieser leztern Seite entspringt, wird sogleich durch eine vermehrte Bewegung ihres Elektrometers angezeigt. Wenn ich alsdann diese Belegung berühre, so nimmt sie zuerst von dem Boden, eine gewisse Menge von elektrischem Fluidum an, und das Gleichgewicht stellt sich wieder her. Alsdann also raubt diese Seite des Elektrophors kein fortleitendes Fluidum mehr von der andern Seite; und das elektrische Fluidum auf dieser andern, ist zwar schon viel dünner als das in dem Boden, überwiegt dasselbe aber von neuem an aus-

deh-

dehnender Kraft, dies zeigt das Elektrometer sogleich an. In diesem Zustande des Apparats, wird eine zweyte Berührung der Belegung auf der positiven Seite, ihr eine zweyte Menge von elektrischem Fluidum nehmen, welches aufs neue die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums auf der negativen Seite vermindern wird.

§. 306.

Man sieht leicht, daß dieselben abwechselnden Operationen, immer dieselben Wirkungen haben werden; dadurch wird immer mehr der Verlust des elektrischen Fluidums in der Belegung der positiven Seite, der nicht leitenden Platte, und eben so der Gewinn auf der entgegengesezten Belegung vermehrt. Diese Wirkungen aber werden nach und nach kleiner, und durch das gleichzeitige Berühren beyder Flächen endlich null werden. Die Ursache dieser Abnahme ist diese: Wenn die Belegung auf der positiven Seite des Elektrophors zuerst eine Menge von elektrischem Fluidum durch den Boden verloren hat; so läßt sich der Verlust, den sie also, an ihrem Ueberschuß an fortleitendem Fluidum erlitten, nicht gänzlich in der entgegengesezten Belegung verspüren, d. h. er vermehrt nicht verhältnißmäßig den Mangel an fortleitendem Fluidum auf der andern Seite, wegen ihres Abstandes. Und eben so, wenn der Mangel an fortleitendem Fluidum, der dennoch dadurch in der Belegung dieser negativen Seite des Elektrophors zugenommen, sich durch neues elektrisches Fluidum, das aus dem Boden kömmt, ersezt, so bleibt dies neue fortleitende Fluidum an Menge etwas grösser, auf der Seite die es annimmt. Daher nähert sich jede Belegung, welche nach und nach in Gleichgewicht mit dem Boden gesezt ist, immer mehr einem beständigen Gleichgewichte mit ihm, in den gegenseitig abnehmenden

nehmenden Modifikationen der andern Belegung, welches diesen successiven Wirkungen Gränzen sezt.

## §. 307.

Aus derselben Ursache hat die totale Wirkung eines gleichzeitigen Berührens Gränzen, und dieselben Gränzen, wie in obiger Operation. Denn bey diesem gleichzeitigen Berühren ist die hervorgebrachte Wirkung nur eine schnelle Aufeinanderfolge der abwechselnden Wirkungen, die ich so eben beschrieben habe. Man bemerkt diese Folge durchs Gehör und Gesicht, wenn man zum Elektrophor eine kürzlich entladene Kleistische Platte gebraucht, deren Wirkungen gewöhnlich die, welche das bloße Reiben einer Seite hervorbringt, übertreffen. Wenn man also gleichzeitig die beyden Belegungen eines solchen Elektrophors berührt, so hört man ein ziemlich lebhaftes Knistern, und wenn es dunkel ist, sieht man zwischen jeder Belegung und der nicht leitenden Platte ein flatterndes Licht, das von dem Zuströmen des fortleitenden Fluidums von der Belegung die sich ladet, zu der die sich entladet, herrührt: dieses Zuströmen geschieht unmittelbar durch die nicht leitende Platte, zwischen den Punkten der beyden Belegungen wo das Gleichgewicht am stärksten unterbrochen ist.

## §. 308.

Dieses sind die allgemeinen elektrophorischen Wirkungen und ihre Ursachen. Ihre weitre Ausführung ist, bey dem Apparat, den ich gebraucht habe, sehr unterhaltend, weil man ihnen hier Schritt vor Schritt folgen kann, indem man den respectiven Zustand der Belegungen nach jedem Berühren von einer, und die Modifikationen, welche hierinn ein größrer oder geringrer

Ab-

Digitized by Google

Abstand, zwischen ihnen und der nicht leitenden Platte hervorbringt, beobachtet; und weil man eben so leicht, bey jedem Schritt der Operation, jeden Theil des Apparats abgesondert prüfen, wenn sich eine Unregelmässigkeit äußert, und die Ursachen davon finden kann. Das meiste dieser weitern Ausführung betrifft aber andre Gesetze des elektrischen Fluidums, daher ich es hier übergehe, und nur noch zusetze, daß die nicht leitende Platte selbst, indem sie auf diese Art zu den Modifikationen der beyden Belegungen beyträgt, nur so lange merklich modificirt wird, als man den Gang der elektrophorischen Wirkungen durch Gesicht und Gehör verspürt. Alsdann also, wenn man sie nicht mehr wahrnimmt, ist der Zustand des Elektrophors merklich fix geworden, und man kann vielmals die Operation wiederholen, ohne daß eine merkliche Vermindrung in der Wirkung sich zeige. Bey trocknem Wetter, kann die nicht leitende Platte, ganze Monate, das Vermögen behalten, die Belegungen wenigstens auf einen gewissen Grad zu modificiren, und um es ihr zu nehmen, muß man sie entgegengesezt elektrisiren; oder sichrer, sie erwärmen, oder die harzigte Substanz, wenn sie von dieser Art ist, sehr erweichen, oder die Wärme des Glases für die Hand unerträglich machen. Ist die Wärme zu diesem Grade gekommen, so raubt sie diesen Substanzen ihr nicht leitendes Vermögen, und alsdann sezt sich das elektrische Fluidum ins Gleichgewicht, sowohl zwischen ihren Oberflächen, als auch mit dem Boden, durch die Hände desjenigen, der sie ans Feuer hält.

§. 309.

Die Phänomene des Condensators der Elektricität, sind von denen des Elektrophors sehr verschieden. Es ist nicht mehr der Boden, der seine Belegungen modi-

modificiren muß; er ist keine elektrische Maschine; er dient nur um sehr schwache Grade der Elektrisirung merklich zu machen, vorausgesezt, daß der Leiter der sie besizt, sehr groß sey; ich will dies erklären, indem ich den wichtigen Nutzen dieser Entdeckung von Hr. Volta anzeige. Es ereignet sich oft, daß die Atmosphäre mehr oder weniger elektrisches Fluidum hat, als der Boden: und da die Luft ein Nichtleiter ist, so erhält sich das Gleichgewicht zwischen ihr und dem Boden, nur in ihrer untersten Schicht, mit einiger Beständigkeit. Wenn man also einen Leiter aufrichtet, so kömmt oft sein oberstes Ende in Luftschichten, die mit dem Boden in keinem elektrischen Gleichgewichte sind, und ist dieses Ende eine feine Spitze, so wird er bald in seiner ganzen Länge zu dem Zustande dieser Schicht gebracht. Die Wirkung der Spitzen besteht nach der schönen Theorie von Hr. Volta darinn, daß sie zum Kanal dienen, wodurch ein entfernter Leiter sein elektrisches Gleichgewicht mit andern Körpern festsezt. Da die Spitze also nur zum Durchgang des elektrischen Fluidums dient, so wird sie selbst nur dann modificirt, wenn der Leiter zu dem sie gehört, mit den Körpern, womit sie in Verbindung sich befindet, in Gleichgewicht gesezt ist; und bis dahin, wirkt sie mit gleicher Kraft, um dies Gleichgewicht hervorzubringen: anstatt daß, wenn der Leiter selbst hier gegenwärtig wäre, seine Nachbarschaft die Verschiedenheit dieser Körper von ihm schwächen, und das wirkliche Durchströmen des elektrischen Fluidums verzögern, oder wohl gar zuweilen verhindern würde. So hört also das spizzige Ende eines langen, in die Luft aufgerichteten Leiters, nicht eher auf ihr elektrisches Fluidum zu rauben, als bis dieser Leiter gänzlich mit der Luft im Gleichgewicht ist. Ist er also mit dem Boden in Verbindung, so wird er ohne Aufhören dazu beytragen, die Luft zu dem elektri-

schen Zustande desselben zu bringen; ist er isolirt, oder zerstört ein gleichfalls isolirter Körper die ersten Modifikationen die er erleidet, so werden sie bald ersezt werden. Diese unmittelbaren Modifikationen aber können so klein seyn, daß sie sogar an dem so empfindlichen Elektroskop von Hr. Cavallo unmerklich sind; oder es kann auch das von diesem Elektroskop gegebene Zeichen so schwach seyn, daß man dessen Natur nicht unterscheiden kann. So klein aber auch dieses Zeichen sey, so wird es durch den Condensator von Hr. Volta sehr groß werden; und oft auch giebt er noch neue an, die auf keine andre Weise könnten erhalten werden. Dieses ist der wichtigste Gebrauch von diesem Apparat, und er besteht in folgendem:

§. 310.

Eine Platte einer nicht leitenden Substanz, welche in den zu beschreibenden Zustand versezt ist, kann als Condensator dienen, wenn es auf sehr kleine Grade von Elektrisirung, bey Leitern, die keine sehr große Ausdehnung haben, ankömmt. Aber in einem oder dem andern der beyden entgegengesezten Fälle, kann die nicht leitende Oberfläche, indem sie das Zeichen der Elektrisirung dieses Leiters vergrößert, selbst daran Theil nehmen, und indem sie alsdann elektrophorisch wird, würden ihre Anzeigen trüglich seyn, man muß sich also hiebey lieber an die Substanzen halten, welche H. Volta selbst in einer Schrift hierüber, die in den Philosoph. Abhand. vom J. 1782. gedruckt ist, empfohlen hat. Die allgemeine Eigenschaft dieser Substanzen ist, daß sie langsam leiten, und daher heißen sie nicht leitend durch Erschütterung (Halbleiter): diese ihre allgemeinere Eigenschaft rührt daher, daß sie an dem leitenden Vermögen Antheil nehmen, indem sie dem elektrischen Fluidum längst ihrer Oberfläche einige Bewegung

lassen,

lassen, da sie zu gleicher Zeit auch an dem nicht leitenden Vermögen Antheil haben, sowohl darinn, daß sie das elektrische Fluidum langsam durchlassen, als auch weil es nur in großer Nähe sich zu ihnen hin neigt. Zu dieser Klasse gehören, sehr trocknes Holz, sehr trockne Steine, Wachstuch und Wachstaffent. Von diesen Substanzen werde ich also zu reden haben.

## §. 311.

Die Methode, welche ich gebrauchte, um die Phänomene dieser Klasse zu zerlegen, ist dieselbe, wovon ich schon in Rücksicht des Elektrophors geredet habe. Ich hänge Platten von langsam leitenden Substanzen, indem ich sie isolire, vertikal auf; und bringe an sie die beyden Belegungen, mit ihren Elektrometern versehen, wovon ich immer geredet habe, an; die eine Belegung, welche ich A. heiße, ist bestimmt das elektrische Fluidum, welches aus einer schwachen aber großen Quelle kömmt, aufzunehmen; die andre Belegung B. ist in Verbindung mit dem Boden. Ich will im Vortrage der Phänomene das Beyspiel einer positiven Quelle wählen, welches den Ausdruck erleichtern wird. Die Phänomene und ihre Ursache aber, wären umgekehrt dieselben, wenn von negativer Elektrisirung die Rede wäre.

## §. 312.

Wenn man die schwache Quelle bey der Belegung A. anwendet, und sie diese erst mit sich zum Gleichstande (Niveau) bringt; so ist das Gleichgewicht zwischen der also modificirten Belegung und der langsam leitenden Substanz, nicht hinlänglich unterbrochen, so daß diese ihren Theil von der kleinen Menge der neuen elektrischen Materie, welche die Belegung erhalten hat,



Digitized by Google

bekommen könne, weil die elektrische Materie sich nur schwach zu Substanzen dieser Art hinlenkt: sie bekömmt aber ihren Theil von dem neuen fortleitenden Fluidum, weil dieses merklich sich zu allen Körpern auf dieselbe Weite hinbewegt. Die Wirkungen dieses ersten Augenblicks der Mittheilung von der Quelle an die Belegung A. sind also folgende: das fortleitende Fluidum, das von dieser Belegung zu der langsam leitenden Substanz geht, treibt einen kleinen Theil des elektrischen Fluidums von dieser zur Belegung B. und durch diese in den Boden. Ist die Platte aus dieser Substanz sehr dick, wie sie es bey einem Stücke Marmor oder Holz seyn würde, so kann die Belegung B. nur zum Durchgang für dies elektrische Fluidum, das in den Boden tritt, dienen. Ist aber diese Platte sehr dünn, wie Wachstuch und Wachstaffent (einfach oder doppelt nach seiner Beschaffenheit); so erleidet die Belegung B. die Wirkung dieses fortleitenden Fluidums, welches die Belegung A. verläßt, und es entweicht zuerst ein kleiner Theil ihres elektrischen Fluidums in den Boden. Wann endlich das fortleitende Fluidum, welches diese Wirkungen hervorbringt, sich also von der kleinen Menge des elektrischen Fluidums, das es durch die Belegung A. bekommen, getrennt befindet, so widersteht diese nicht mehr so sehr der Quelle; diese giebt also eine neue Menge her, welche sogleich dasselbe Schicksal wie die erste hat: und diese successiven Wirkungen dauren fort, bis das fortleitende Fluidum, das sich in der langsam leitenden Substanz und der Belegung B. anhäuft, ihnen nicht mehr erlaubt, der Belegung A. dergleichen zu entziehen. Alsdann hat die Condensation ihr Größtes erreicht: das elektrische Fluidum der Belegung A. ist dichter geworden, denn es hat ein größres Verhältniß an elektrischer Materie: es

hat

hat aber nicht mehr ausdehnende Kraft, als das in der Quelle, weil es einen großen Theil seines fortleitenden Fluidums verloren hat.

§. 313.

Die Verdichtung deren Gang ich so eben angezeigt habe, zeigt sich nicht an dem Elektrometer der Belegung A. Alle Bewegung die man daran sieht, ist bloß die, welche es äußerte, als man die Quelle an die Belegung allein anbrachte, und es zeigt gar keine, wenn es damals keine äußerte. Wenn man aber diese Belegung isolirt, so zeigt sich die Wirkung ihrer vorigen Lage, und wenn die Quelle im Stande war, zu bewirken, daß es zuvor ein Zeichen von positiver Elektricität angab, und der Condensator von guter Beschaffenheit ist, so wird die neu-isolirte Belegung nicht mehr ihr ganzes elektrisches Fluidum halten können, und einen Theil in Büscheln fahren lassen.

§. 314.

Um die Ursache dieses Phänomens zu entdecken, muß man erst die Verbindung der Belegung A. mit der Quelle unterbrechen; hernach zu gleicher Zeit diese Belegung und die Verbindung mit dem Boden aufheben; endlich auch die Belegung B. von der langsam leitenden Platte trennen. Wenn der Apparat gehörig geordnet ist, so geschieht dies alles, indem man zu gleicher Zeit die beyden Belegungen wegnimmt; und es ist zuträglich, daß es so geschehe, damit die langsam leitende Platte nicht Zeit habe, ihren Zustand zu verändern. Zu dieser Absicht müssen die Verbindungen mit der Quelle und dem Boden auf isolirenden Stützen befestigt werden, so daß man, durch eine einzige Bewegung, die Belegungen

gungen in Verbindung mit ihnen und der Platte setzen, oder sie wegnehmen könne. Da die beyden Belegungen und die langsam leitende Platte, auf diese Weise abgesondert isolirt sind, so kommen sie bald zu dem Zustande, wo die ausdehnende Kraft ihres elektrischen Fluidums mit ihrer respectiven Menge an elektrischer Materie in Verhältniß ist. Wir haben schon gesehen, wie sehr die ausdehnende Kraft in der Belegung A. zugenommen: man erblickt aber alsdann die Ursache davon, weil nämlich eine entgegengesezte Veränderung in dem übrigen Apparat vorgegangen ist. Ist die langsam leitende Platte dünn, so ist sie und die Belegung B. in einem negativen Zustande; hat man aber eine Marmor- oder Holzplatte, so kann es kommen, daß die Belegung B. nur zum Durchgang für das elektrische Fluidum diente, welches diese Platte durch den Boden verloren hat, und daß sie also in ihrem natürlichen Zustande verblieben ist. Es giebt aber bey allem diesem viele verflochtene Umstände; so z. B. wenn man eine sehr trockne weiße Marmor-Platte hat, so behält sie auf einen Augenblick das elektrophorische Vermögen, indem sie auf der Seite der Belegung A. negativ, und auf der Seite der Belegung B. positiv beschaffen ist: dieses Vermögen aber dauert nur einen Augenblick.

## §. 315.

Man kann sehr merkwürdige Versuche, durch Verbindung dieses Apparats mit dem Elektrophor anstellen, wodurch sie gegenseitig zum Beweise ihrer respektiven Theorien dienen. Um dies begreiflich zu machen, will ich erst anführen, daß, als Hr. Volta mir die Wirkungen seines Condensators zeigte, er nur aus einer metallischen Scheibe mit abgerundetem Rande bestand, die an seidenen Fäden aufgehängt, oder mit einem gläser-

ven

nen Griffe gehalten, und auf verschiedene Körper gesezt wurde; z. B. auf Kamine von Marmor, oder auf einen sehr trocknen, mit einem Stücke Wachstuch bedeckten Tisch, oder endlich auf die seidne oder wollene Bedeckung eines Hausgeräths; und die schwache Quelle des elektrischen Fluidums das er gebrauchte, war eine durch einen langsamen Leiter entladene Leidner Flasche. Wenn die Flasche durch einen geschwinden Leiter entladen war, so brachte sie keine Wirkung auf die Scheibe hervor: war sie es aber durch einen langsamen Leiter, wie man sie z. B. entladet, wenn man sie in der Hand hält, und mit ihrem Knopfe eine Mauer oder ein sehr trocknes Holzwerk berührt, so konnte sie immerhin nicht mehr im Stande seyn, das Elektroskop von Hr. Cavallo zu bewegen, und dennoch die metallische Scheibe, welche in eine der oben genannten Lagen gebracht war, sehr gut laden.

## §. 316.

Wie ich im Verlauf meiner Versuche mit dem Condensator über diese verschiedenen Wirkungen der Flasche nachdachte, so fand ich, daß, wenn sie durch einen schnellen Leiter entladen war, sie sich im Zustande meiner Elektrophore befand, wenn ihre beyden Belegungen zu gleicher Zeit Verbindung mit dem Boden hatten; d. h. daß die Flasche kein Zeichen von Elektricität mehr gab, weil ihre beyden Belegungen völlig im entgegengesezten Sinne modificirt waren, und daß, wenn sie durch einen langsamen Leiter entladen war, sie sich in dem Falle des Elektrophors befand, wenn seine Belegungen gar nicht oder nicht hinlänglich modificirt sind. Hieraus schloß ich, daß, wenn man Condensatoren auf beyden Belegungen meines elektrophorischen Apparats anbrächte, dieses gewissermaaßen einerley wäre, als ob man sie mit dem Boden in Verbindung sezte; daß ich aber

sodann in den Belegungen A. der Condensatoren, die Ursachen der Modifikationen derselben am Elektrophor finden würde, oder daß ich mit einem einzigen Condensator, die Ursache der Modifikationen in der Belegung des Elektrophors, an der ich ihn angebracht, abgesondert sehen könnte. Dieser Versuch glückte, und ich will seinen allgemeinen Gang anzeigen.

## §. 317.

Wenn man die Belegung der positiven Seite des Elektrophors mit der Belegung A. des Condensators in Verbindung bringt, unterdeß die Belegung B. desselben, mit dem Boden verbunden ist; und man alsdann die Belegung der negativen Seite des Elektrophors berührt, so verliert die Belegung der positiven Seite desselben, zwar wie gewöhnlich einen Theil ihres elektrischen Fluidums, es entweicht aber nicht in den Boden, man findet es in der Belegung A. des Condensators wieder. Bringt man mit der Belegung der negativen Seite des Elektrophors die Belegung A. des Condensators in Verbindung, und berührt zugleich die Belegung der positiven Seite des erstern; so empfängt zwar auch seine Belegung der negativen Seite elektrisches Fluidum wie gewöhnlich, aber nicht von dem Boden, sondern von der Belegung A, des Condensators. Dieser Gang ist sehr verwickelt, nach dem Zustande der beyden Apparate, dieses hindert aber die Kenntniß des allgemeinen Ganges nicht.

## §. 318.

Der Apparat, den Hr. Volta Conservator der Elektrisität nannte, ist derselbe, den ich unter dem Namen Condensator beschrieben habe; und wirkt durch dieselbe

Digitized by Google

selbe Ursache. Weil seine Belegung A. in Berührung mit dem Apparat, eine ziemlich große Menge von elektrischem Fluidum fassen konnte, ohne davon fast ein Zeichen am Elektrometer zu geben, so begreift man leicht, daß, wenn man unmittelbar diese Belegung durch eine andre Quelle ladet, und man sie in Berührung mit dem Condensator bringt, das Zeichen der Elektrisirung, sich bis zu dem Punkt vermindern wird, wo es im vorigen Falle war. Ich habe aber oben gesagt, daß das Elektrometer nicht die Menge des elektrischen Fluidums, was in dem Körper, zu dem jenes gehört, enthalten ist, anzeigt; sondern nur den Grad der ausdehnenden Kraft dieses Fluidums. Ein schwaches Zeichen am Elektrometer bedeutet also wenig ausdehnende Kraft; und daher rührt das besondre Phänomen des Apparats, als Conservator betrachtet, d. h. man kann mehrmalen die Belegung A. berühren, ohne ihr allen Ueberschuß an elektrischem Fluidum, das sie in Vergleichung mit dem Boden besizt, zu entziehen. Denn die Zurückkunft des elektrischen Fluidums, welches die langsam leitende Platte verloren hat, geschieht nothwendig langsam, und da nur durch das fortleitende Fluidum, welches jenes bey seiner Zurückkunft mit bringt, die ausdehnende Kraft des in der Belegung verdichteten elektrischen Fluidums wieder entstehen kann, so kann jedes kurze daurende Berühren nur einen Theil der Wiederherstellung des absoluten Gleichgewichts hervorbringen. Dieses wird man gewahr, wenn man nach jedem Berühren abgesondert, die verschiedenen Theile des Apparats prüft; denn man findet jedesmal die Belegung A. etwas weniger positiv und den übrigen Apparat etwas weniger negativ. Ohne diesen Apparat, würde das schnellste Berühren die Belegung A. gänzlich entladen haben.

§. 319.

Ich habe in diesem Abschnitt, eine große Menge von Versuchen und Bemerkungen über diese drey Apparate von Hr. Volta wiederholt. Obgleich aber diese langwierige Arbeit nothwendig war, um meine Ideen zu befestigen, so ist sie es doch nicht, um ihre Gründe durch die allgemeinen Phänomene zu beweisen, weil sie bey den angezeigten Umständen, immer Statt haben können. Die Veränderungen der Umstände bringen Verschiedenheiten hervor; oft haben diese Verschiedenheiten selbst viele Schwierigkeit. Man muß alsdann Muthmaassungen entwerfen, Versuche fürnehmen, und sie variiren; dieses verlängert das Tagebuch des Beobachters, unterhält aber nur die eifrigen Liebhaber der Physik. Es wird also hinreichend seyn, in diesem Betracht zu sagen, daß das Ganze dieser Versuche, das aufgestellte System unterstüzt.

## Fünfter Abschnitt.

### Von den elektrischen Einflüssen überhaupt.

§. 320.

Die in den beyden vorigen Abschnitten beschriebenen Phänomene gehören zu der allgemeinen Klasse der elektrischen Einflüsse, da sie aber durch besondre Eigenschaften nicht leitender und langsam leitender Substanzen modificirt sind, so glaubte ich sie besonders untersuchen zu müssen, um nicht durch Erklärung ihrer besondern Umstände, die Entwicklung der allgemeinen Ursachen, worauf ich jezt komme, zu unterbrechen.

§. 321.

§. 321.

Ich habe schon gesagt, daß das große Gesetz, welches die Theorie von Hr. Volta, von allen, über die elektrischen Einflüsse vor ihm gemachten, unterscheidet, die gegenseitige Einwirkung verschiedentlich elektrisirter Leiter ist. So z. B. wenn ein Leiter der mehr elektrisches Fluidum als der Boden hat, d. h. der in dem sogenannten positiven Zustande ist, einen Theil von elektrischem Fluidum, das einem benachbarten Körper zugehörte, in den Boden strömen läßt; so leidet er selbst durch eine merkliche Vermindrung der ausdehnenden Kraft seines Fluidums, die Modifikation, welche er in dem andern Leiter hervorgebracht hat: so daß dieselbe Quelle, die ihm vorher kein elektrisches Fluidum mehr geben konnte, ihm alsdann eine neue Menge geben kann; und daß diese Anhäufung sich offenbart, wenn man den negativ gewordenen Leiter zurück zieht. Dieselbe Ursache wirkt umgekehrt, wenn der unmittelbar modificirte Leiter, in den negativen Zustand versezt war.

§. 322.

Unterdessen sich Hr. Volta mit den gegenseitigen Einflüssen verschiedentlich elektrisirter Leiter beschäfftigte, und die Folge daraus, auf die bereits beschriebenen Phänomene anwandte, studierte Lord Mahon *) die Veränderungen, welche ein elektrisirter Leiter an den verschiedenen Theilen desselben isolirten Leiters, der sich in seinem Einflusse befindet, hervorbringt, und fand: „daß, wenn man dem ersten Leiter einer Elektrisirmaschine, einen langen, isolirten Leiter, in gleicher Linie mit

*) Jezt ist er nach dem Tode seines Vaters, der ihm die Bahn zu Kenntnissen und Tugend zeigte, Lord Stanhope.

Digitized by Google

mit ihm entgegen hält, während der Zeit seines Einflusses, das zugekehrte Ende des zweyten Leiters negativ ist; das entgegengesezte positiv, und daß es einen zwischen liegenden Punkt giebt, wo der Zustand dieses Leiters sich nicht verändert hat." Die Abhandlung über die Elektricität vom Lord Mahon, ist bekannt, und diese Entdeckung so wie viele andre, haben ihr eine große Aufmerksamkeit von Seiten der Physiker zugewandt.

## §. 323.

Als Hr. Volta nach England kam, so kannte er schon dies Werk von Lord Mahon; er gab aber bey den Phänomenen, woraus der angeführte Satz gezogen war, die Auslegung des Verfassers nicht zu. Diese Phänomene waren gewisse Veränderungen, welche in den Bewegungen kleiner Kugeln Statt hatten, die längst dem zweyten Leiter, während des Einflusses des ersten, hingeführt wurden: Hr. Volta schrieb sie der unmittelbaren Wirkung dieses Einflusses auf die Kugeln zu. Was den Zustand des zweyten Leiters betrift, so sahe er, daß man aus jeder Stelle seiner Länge, wo man ihn berührte, auf gleiche Art einen Funken zöge, und ihn auch auf gleiche Art negativ fände, wenn man den Einfluß des ersten Leiters durch Entladung aufhöbe: hieraus schloß er, gegen Lord Mahon: „daß während des Einflusses des ersten Leiters, die hervorgebrachte Wirkung in dem zweyten, von einerley Intensität in ihrer ganzen Ausdehnung wäre, d. h. daß dieser Leiter überall denselben elektrischen Zustand hätte."

## §. 324.

Um dieselbe Zeit nahm ich diese Versuche wieder vor; und sobald ich von neuem damit bekannter geworden,

den, war mein erster Entwurf, die Streitfrage zwischen Lord Mahon und Hr. Volta zu untersuchen; denn sie schien mir die Natur des elektrischen Fluidums selbst zu betreffen. Je mehr Versuche ich machte, um diese Klasse von Phänomenen zu zerlegen, desto wichtiger schien sie mir; sowohl durch sie als für sie, studierte ich die elektrischen Bewegungen mit dem größten Eifer, und wandte sie zur Verfertigung eines vergleichbaren Elektrometers an; und indem ich dieselbe eifrigst in ihren mannichfaltigen Phänomenen verfolgte, bestimmte ich die verschiedenen Theile meines Systems über das elektrische Fluidum, wovon ich nur einige erste Grundlagen in der Theorie von Hr. Volta erkannt hatte.

## §. 325.

Der erste Nutzen den ich aus diesen Untersuchungen zog, war die Auflösung des elektrischen Problems, wobey Lord Mahon und Hr. Volta von einander abwichen, indem ich erkannte, daß ihre verschiedenen Arten zu sehen, daher rührten, daß sie den Gegenstand aus verschiedenen Gesichtspunkten betrachteten. Lord Mahon richtete sich nur auf die elektrischen Bewegungen; Hr. Volta betrachtete nur das Uebertragen des elektrischen Fluidums selbst, aus dem zweyten Leiter, in Körper, die man ihm hinlänglich näherte, um einen Funken heraus zu locken. Aber diese Phänomene sind von zwo sehr verschiedenen Gattungen: die ersten folgen den Gesetzen der Dichtigkeiten des elektrischen Fluidums; die leztern folgen denen seiner ausdehnenden Kraft: daher sind sie nicht nothwendig und nur sehr selten unter sich in Verhältniß.

§. 326.

## §. 326.

Der Satz vom Lord Mahon läuft also darauf hinaus: „Wenn ein isolirter cylindrischer Leiter, in dieselbe Linie mit dem Hauptleiter einer Elektrisirmaschine gebracht ist, so daß er seinen Einfluß leidet, aber außer der Weite, wo ein Funke entstehen würde, sich befindet, so vermindert sich die Dichtigkeit des dem zweyten Leiter eignen elektrischen Fluidums, an dem, dem Hauptleiter zugekehrten Ende, und vermehrt sich dagegen an dem gegenüberstehenden; und es giebt einen Zwischenpunkt, wo die Dichtigkeit des elektrischen Fluidums keine Veränderung leidet." Der davon verschiedene Satz von Hr. Volta geht dahin: „Wenn ein zweyter Leiter sich in der oben beschriebenen Lage befindet, so ist die Veränderung, welche die ausdehnende Kraft seines elektrischen Fluidums erleidet, in seiner ganzen Länge dieselbe." Diese beyden Sätze aber sind auf gleiche Art wahr, und ihre Vereinigung ist eine der wichtigsten Folgen meines Systems. Aus einer großen Anzahl von Versuchen, die ich unter verschiedenen Formen anstellte, um das gegenwärtige Phänomen zu zerlegen, will ich denjenigen ausheben, der am besten die genauern Umstände der Theorie von Hr. Volta, den Beweis des Satzes vom Lord Mahon unter der von mir ihm ertheilten Gestalt und die Anwendung meines Systems auf beyde, zeigt.

## §. 327.

Ich muß mit einiger Genauigkeit den Apparat beschreiben, womit ich diese Versuche angestellt habe, weil alle Phänomene die er anzeigt, wichtig sind. Er besteht zuerst aus 6 metallenen Scheiben mit abgerundetem Rande, von etwa 8 Zollen im Durchmesser, welche vertikal

auf

auf isolirenden Füßen von derselben Höhe stehen. Diese Scheiben theilen sich in zwo Gruppen, jede aus 3; sie sind auf abgesonderte Bretter gestellt, wo man ihnen unter einander die gehörige Entfernung geben kann, und durch diese in dreyen gemeinschaftliche Grundflächen kann man ihre Gruppen entfernen, oder nähern. Vier kleine metallische Stäbchen, deren Ende in einen Ring gedrehet ist, und welche auf gläsernen Stäbchen so befestigt sind, daß sie zusammen ein T bilden, werden von isolirenden Füßen getragen, wo das andre Ende des gläsernen Stäbchens in ein Charnier greift. Diese metallene Stäbchen sind bestimmt, leitende Verbindungen zwischen den Scheiben jeder Gruppe zu veranstalten, wenn es nöthig ist: es sind ihrer zwo auf jedem Brette, und durch einen seidenen Faden, kann man sie an die Scheiben befestigen, oder nach Gefallen wegnehmen: ich werde diese Stäbchen bloß die Verbindungen nennen. Endlich hat jede Scheibe ein Elektrometer; aber dieser lezte Theil des Apparats erfordert eine nähere Beschreibung.

## §. 328.

Ich habe im vorigen Abschnitt gesagt, daß meine Elektrometer nicht die Menge der elektrischen Materie, welche den Ueberschuß oder Mangel eines elektrisirten Leiters ausmacht, noch folglich die Vermehrung oder Vermindrung der Dichtigkeit seines elektrischen Fluidums anzeigen, sondern bloß die Modifikation, welche die ausdehnende Kraft dieses Fluidums erleidet. Indeß ist die Beschaffenheit dieser Elektrometer mit den gewöhnlichen Elektroskopen einerley; es sind frey aufgehängte Kugeln, welche durch eine oder die andre Art der beyden Elektrisirungen sich entfernen, und folglich hierinn und in der unmittelbaren Ursache ihrer Bewegungen, den kleinen Kugeln, welche Lord Mahon ge-

gebrauchte, ähnlich sind. Ich halte aber für diese Ursache allein die elektrische Materie, d. h. sie hat keine Beziehung auf die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums in diesen Kugeln: dieses scheint anfangs, dem, was ich oben von der wahren Sprache dieser Elektrometer sagte, zu widersprechen, welche im Gegentheil darinn besteht, daß sie nur die Unterschiede der ausdehnenden Kraft des elektrischen Fluidums, der Körper denen sie zugehören, anzeigen. Dieser scheinbare Widerspruch wird sich aber durch das, was ich von diesen Werkzeugen und ihren Verhältnissen mit den Körpern, deren Grad der Elektrisirung sie anzeigen sollen, sagen werde, heben.

§. 329.

Diese Elektrometer werden von isolirenden Füßen getragen, die von dem übrigen Apparat getrennt, und unabhängig sind. Sie haben kleine Leiter, welche lang genug sind, daß, wenn man sie seitwärts an die Scheiben anbringt, die Kugeln nicht merklich den Einfluß derselben empfinden. Diese kleinen, sehr dünnen Leiter, endigen sich in einen Ring, damit die Elektrometer ihren elektrischen Zustand behalten können, wenn man sie von den Scheiben trennt. Es ist also eine Bedingung bey den Elektrometern, daß weder die Scheiben denen sie zugehören, noch die benachbarten Scheiben, einigen Einfluß auf ihre Kugeln haben: da man aber um diesen Einfluß gänzlich zu verhindern, ihren kleinen Leitern eine unbequeme Länge geben müßte; so ersezt man durch eine Berichtigung, was an der vollkommnen Erfüllung dieser Bedingung fehlt. Diese Berichtigung ist nur bey feinen Versuchen nöthig, und besteht darinn: das Elektrometer in einige Entfernung von dem Körper zu bringen, in dem Zustande, worinn es durch diesen versezt ist, und die Größe zu beobachten, um welche seine Anzeige

zeige sich ändert. Diese Größe, welche die Wirkung des Einflusses des Körpers oder eines jeden andern Theiles des Apparats, auf die Kugeln selbst ist, muß man immer zur Anzeige der Kugeln in ihrer vorigen Lage zusetzen. Denn der Einfluß eines Körpers auf die Kugeln seines Elektrometers verhindert jederzeit die Wirkung, wovon ich jezt reden will.

## §. 330.

Ich nehme erst den Fall an, wo der Körper dem ein solches Elektrometer zugehört, positiv elektrisirt ist, d. i. durch eine Vermehrung der Menge seines elektrischen Fluidums oder bloß durch Vermehrung der ausdehnenden Kraft dieses Fluidums. Sobald man die Kugeln außer allem Einfluß annimmt, so ist die einzige Ursache ihres Auseinandergehens, eine Menge von elektrischem Fluidum, das aus dem elektrisirten Körper in sie tritt. Es kann aber davon nur nach Verhältniß seiner ausdehnenden Kraft in dem Körper, dem sie zum Elektrometer dienen, in sie treten. Wenn dieser Körper elektrisches Fluidum aufnähme, zu gleicher Zeit aber ein benachbarter negativer Körper ihm in demselben Verhältniß fortleitendes Fluidum raubte, so würden die Kugeln sich gar nicht bewegen, weil die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums in dem Körper sich nicht verändert hätte. Hieraus entspringt, daß, obgleich jede elektrische Bewegung, und also auch die bey unsern Kugeln, unmittelbar nur Beziehung auf die Mengen der elektrischen Materie oder auf die Dichtigkeiten des elektrischen Fluidums hat, welches ich in einem der folgenden Abschnitte beweisen werde; die Elektrometer des Apparats, wenn sie in der oben beschriebenen Lage sind, sich nur durch die Veränderungen der ausdehnenden Kraft des elektrischen Fluidums in

den Scheiben, denen sie zugehören, bewegen, was auch die Ursache dieser Veränderungen seyn möge.

§. 331.

In den Versuchen mit den beyden Gruppen von Scheiben, wirke ich nur unmittelbar auf eine von ihnen und die andre wird unter ihren Einfluß gebracht. Die beyden Gruppen sind alsdann in derselben Linie; die Ebnen der Scheiben schneiden diese Linie unter einem rechten Winkel, und ihre Elektrometer sind seitwärts in denselben Ebnen angebracht. Um sowohl diese Gruppen, als jede ihrer Scheiben zu unterscheiden, will ich A. und a, die Scheiben der beyden Gruppen nennen, welche sich in dieser Lage am nächsten sind; B. und b. diejenigen, welche am entferntesten, und C. c. die Scheiben in der Mitte jeder Gruppe. Die Ordnung der sechs Scheiben auf dieselbe Linie gestellt, ist also: B. C. A: a, c, b: die großen Buchstaben bedeuten die Gruppe, die ich unmittelbar elektrisire, und die kleinen Buchstaben diejenigen, auf welche sich ihr Einfluß äußert.

§. 332.

Bey dem ersten Versuche, wovon ich reden will, werde ich nur noch mit der ersten Gruppe zu thun haben, weil ihre bloße Elektrisirung, schon sehr merkwürdige Umstände enthält. Wenn die Verbindungen zwischen die Scheiben dieser Gruppe gesezt sind, so berühre ich dieselbe, wo es auch sey, mit dem Knopfe einer geladenen Leidner Flasche: und sogleich fahren die beyden Elektrometer auf gleiche Art aus einander, und zeigen also eine gleiche Vermehrung der ausdehnenden Kraft in dem elektrischen Fluidum der drey Scheiben an. Dieses Phänomen ist bey weitem so einfach nicht, als es anfangs

anfangs scheint: Denn es bietet schon allein das Problem dar, welches ich auflösen muß; daß die Dichtigkeit des elektrischen Fluidums nicht dasselbe Verhältniß mit seiner ausdehnenden Kraft, in allen Theilen dieser Gruppe habe. Ich nehme die leitenden Verbindungen weg, und entferne die Scheiben von einander: nun sinken alle Elektrometer; aber das an der Scheibe C. sinkt mehr, als die an den Scheiben A. und B. Man sieht also durch diese Bewegung der Elektrometer daß die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums der drey Scheiben, etwas ihrer Lage in der Gruppe zu verdanken hatte, und daß dasjenige der Scheibe C. ihr mehr verdankte, als die beyden andern: so ist das Phänomen zu erklären.

## §. 333.

Die drey Scheiben tragen aber nicht auf gleiche Art dazu bey, der Luft dies fortleitende Fluidum, das sie von der Gruppe empfängt, zu geben. Jede der Scheiben A und B, da sie allein mit der Luft durch ihre äußre Fläche in Verbindung sind, trägt ganz den Verlust an fortleitendem Fluidum, den die Gruppe von dieser Seite leidet; anstatt daß die Scheibe C, die sich zwischen den beyden andern befindet, nur durch jede ihrer beyden Seiten die Hälfte von dem fortleitendem Fluidum hergiebt, das die Luft im Innern der Gruppe empfängt. Die Scheibe C. erhält also mehr fortleitendes Fluidum als die beyden andern, und widersteht mehr der Aufnahme von elektrischem Fluidum; und sie nimmt bey der Ladung in der That weniger auf; denn wegen der leitenden Verbindungen, muß sich das Gleichgewicht in der ausdehnenden Kraft in der Gruppe herstellen; und dies geschieht wirklich, wie die Elektrometer anzeigen. Bey diesem Gleichgewicht also, ist das



Digitized by Google

elektrische Fluidum der Scheibe C. dünner als der Scheiben A. und B. Dieser Zustand verändert sich, wenn man die Verbindungen zwischen den Scheiben wegnimmt, und sie außer dem Einfluß von einander bringt. Denn wenn isolirte Leiter nur die Luft zur benachbarten Substanz haben, so sezt sich immer dasselbe Verhältniß, zwischen der Dichtigkeit ihres elektrischen Fluidums und seiner ausdehnenden Kraft fest; daraus entspringt überhaupt, daß die Modifikationen, welche ein Leiter in der Dichtigkeit seines elektrischen Fluidums durch gewisse Verbindungen mit andern Leitern erfährt, sich offenbaren, wenn er außer ihrem Einfluß gesezt ist. Dieses habe ich bis hieher zu erklären, verschoben.

## §. 334.

Wenn die Scheiben A und B. von einander, und aus der Nachbarschaft der Scheibe C. gebracht sind, und also allein der Luft fortleitendes Fluidum geben, so verlieren sie davon eine neue Menge durch ihre Fläche, welche zuvor an die Scheibe C. gränzte, denn diese gab ihren Theil von dieser Seite her. Das elektrische Fluidum dieser beyden Scheiben verliert also etwas mehr von seiner ausdehnenden Kraft; daher ihre Elektrometer sinken. Die Scheibe C. aber erleidet von ihrer Seite, einen doppelten ähnlichen Verlust: denn, in der Gruppe, gab sie nur durch jede ihrer beyden Seiten, die Hälfte des fortleitenden Fluidums, welches die Luft empfieng, her; und jezt giebt sie es ganz her: daher sinkt ihr Elektrometer mehr, als bey den beyden andern. Wenn man aber diese drey Scheiben wieder in die vorige Entfernung bringt, ohne selbst die leitenden Verbindungen herzustellen, so erheben sich die drey Elektrometer, und das auf der Scheibe C, mehr, als die beyden übrigen, weil dieselbe Verwendung (Oeconomie) mit dem fort-

lei-

leitenden Fluidum von neuem statt hat, was den Theil dieses Fluidums betrifft, den die Luft haben muß, und weil die Scheibe C. hiebey mehr Vortheil hat, als die andern. Wenn die drey Elektrometer nicht mehr gänzlich zusammenstimmen, wie dies gewöhnlich durch einige Ungleichheit in dem Verlust geschieht, den sie an elektrischem Fluidum erlitten haben, so stellt sich das Gleichgewicht gänzlich wieder her, wenn man die Verbindungen anbringt. Ich werde den Gegenstand dieser Modifikationen, welche die Luft in der Menge des fortleitenden Fluidums der Körper, die sie umgiebt, hervorbringt, wieder vornehmen, wenn ich die Phänomene die daraus entspringen, beschrieben habe.

§. 335.

Die Zerstreuungen des elektrischen Fluidums selbst während dieser Versuche, sind ein unvermeidlicher Umstand, der, bis man gewohnt ist darauf Rücksicht zu nehmen, sehr verwirrt. Obgleich das von den geladenen Leitern der Luft abgetretene fortleitende Fluidum, doppelt ihr Vermögen vermindert, ihnen elektrische Materie zu nehmen, so nimmt doch jedes ihrer Theilchen, das in Berührung kömmt, ihnen einen Theil ihres Ueberschusses, wodurch sie es endlich ganz verlieren. Obgleich die Luft ein Nichtleiter ist, so kann sie doch wie alle Substanzen ihrer Klasse, in der Berührung elektrische Materie aufnehmen; und vielmehr ist sie es, als eine Unvollkommenheit in dem nicht leitenden Vermögen der Körper, die wir zum isoliren der Leiter gebrauchen, welche nicht zuläßt, daß diese lange Zeit einen von dem ihrigen verschiedenen Zustand, behalten. Man sieht es an den, auf die Leiter befestigten Spitzen; denn wenn diese Spitzen mit der Luft in Verbindung sind, so kann man die Leiter auf keine Art elektrisiren:

Die Luft tritt Theilchen auf Theilchen an die Spitzen, die ihr nicht genug fortleitendes Fluidum abtreten oder rauben können, um ihre Wirkung zu schwächen, und modificirt bald durch diese die Körper, auf die sie gesezt sind. Wenn sich aber diese Spitzen auf den isolirenden Unterlagen eines Leiters stützen, so bringen sie nur eine unmerkliche Wirkung hervor: sie modificiren ohne Zweifel den Theil der Stütze, den sie berühren; da aber dieser Theil nicht wie die Luft entweicht, so schränkt sich die Wirkung nur auf diesen Punkt ein.

§. 336.

Ich lade von neuem die Gruppe B. C. A. wodurch ihre Elektrometer gleich stark aus einander fahren: hernach nähere ich langsam die Gruppe a, c, b. Sobald diese den Einfluß der ersten Gruppe empfindet, so zeigen es ihre Elektrometer an; und obgleich dieser Einfluß sich nur noch unmittelbar auf die Scheibe a. erstreckt, so fahren doch die Elektrometer gleichstark aus einander: und eben so, obgleich die Scheibe A. allein diesen Einfluß ausübt, nimmt das Auseinanderfahren in den 3 Elektrometern ihrer Gruppe auf gleiche Art ab. Diese entgegengesezten Wirkungen vergrößern sich, so wie sich die beyden Gruppen näher kommen, und immer gehen ihre respektiven Elektrometer denselben Gang. So ist also der Saz von Hr. Volta in Beziehung auf das Phänomen vom Lord Mahon, unter der von mir ihm gegebenen Gestalt, bestätigt, nämlich, „daß, wenn ein geladener Leiter, einen benachbarten Leiter modificirt, die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums dieses leztern, sich auf gleiche Art, in seiner ganzen Ausdehnung verändert:“ Dieses beweiset offenbar der immer gleiche Gang der Elektrometer, welche auf 3 verschiedenen Theilen der Gruppe a, c, b gesezt sind, und gegen-

Digitized by Google

genseitig der Gang derer von der Gruppe B, C, A. Seine allgemeine Theorie über die elektrischen Einflüsse ergiebt sich auch deutlich, nach demselben Versuch, wenn man ihn weiter treibt. Denn als die Flasche, die von der andern abgesonderte Gruppe B. C. A. geladen hatte, so war das elektrische Fluidum in dieser Gruppe auf denselben Grad der ausdehnenden Kraft gekommen, als das in der Quelle, daher die Ladung der Gruppe ihr Größtes erreicht hatte. Da aber die Nachbarschaft der Gruppe a, c, b eine Vermindrung in der ausdehnenden Kraft dieses elektrischen Fluidums, welches die Gruppe B, C, A annahm, hervorgebracht hat; so kann die Flasche dieser leztern, eine neue Menge elektrischen Fluidums geben, welches sogleich das Auseinanderfahren bey den 6 Elektrometern vermehrt. Wenn man alsdann die Gruppe a, c, b berührt, so giebt sie einen Funken, und die ausdehnende Kraft ihres elektrischen Fluidums sezt sich mit dem Boden ins Gleichgewicht: und ob sie gleich also einen Theil ihrer elektrischen Materie verloren hat, und wirklich negativ geworden ist; so sind ihre Elektrometer doch bloß in Ruhe gesezt. Alsdann nimmt auch das Auseinanderfahren der Elektrometer auf der Gruppe B. C. A. verhältnißmäßig ab; weil die ausdehnende Kraft ihres elektrischen Fluidums eine neue Vermindrung leidet, und die Flasche eine neue Zugabe zu der ersten Menge die sie hergegeben hatte, machen kann. Wenn man also nach einander die Gruppe a, c, b mit dem Boden und die Gruppe B. C. A. mit der Flasche in Verbindung bringt, so kömmt man endlich auf das Größte in der Wirkung ihrer respektiven Lage: und wenn man alsdann die beyden Gruppen trennt, so wird die leztre Büschel fahren lassen, und noch so geladen bleiben, als sie es durch die Flasche in dieser Lage seyn kann: und diese ganze Menge des durch die Bü-

schel zerstreuten elektrischen Fluidums, wird man bey der Gruppe a, c, b vermissen. In diesem Zustande werden die 6 Elektrometer in den beyden Gruppen durch entgegengesezte Ursachen, und in jeder Gruppe gleichstark von einander fahren. Also bleibt in allen Perioden dieser Folge von Wirkungen, die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums in allen Theilen der beyden Gruppen dieselbe, ohngeachtet der Unterschiede in der Dichtigkeit, worauf ich jezt kommen will.

## §. 337.

Bey einem Fluidum, dessen ausdehnbare Kraft, nicht blos von seiner Menge in demselben Raume, sondern noch von einer Ursache herrührt, welche seinen Grad an ausdehnenden Vermögen veränderlich machen kann; ist die Kenntniß seines wirklichen Grades an ausdehnender Kraft nicht hinreichend, um seine Dichtigkeit einzusehen. So z. B. wenn man Wasserdünste in ein verschlossenes Gefäß bringt, und die Wirkung beobachtet, die daraus aufs Manometer entspringt, ist die Kenntniß, welche man auf diese Weise von der ausdehnenden Kraft, welche diese Dünste in dem Gefäße ausüben, erlangt, nicht hinlänglich, um ihre Dichtigkeit zu erfahren; man muß noch das Thermometer zu Rathe ziehen. Denn bey demselben gegebenen Grade von ausdehnender Kraft, werden die Dünste, welche sie ausüben, um so weniger dicht seyn, als ihre Menge an Feuer geringer ist. Mit dem elektrischen Fluidum aber verhält sichs eben so. Der Grad der ausdehnenden Kraft, den es in einem Leiter ausübt, und den das Elektrometer anzeigt, ist nur ein nothwendiges Stück um seine Dichtigkeit zu erfahren: man muß ferner, durch die Umstände der Lage dieses Leiters entdecken, welche Menge an fortleitendem Fluidum,

sein

sein elektrisches Fluidum besitze, sowohl in der Summe, als in seinen verschiedenen Theilen: denn dies Fluidum wird hier um so weniger dicht seyn, als es mehr fortleitendes Fluidum besizt.

## §. 338.

Unter diesem Gesichtspunkt beweisen die Versuche, wovon ich rede, auch den Satz vom Lord Mahon, in der Gestalt, wie ich ihn vorgetragen habe. Denn bey demselben Grade der ausdehnenden Kraft des elektrischen Fluidums in den 3 Scheiben der Gruppe a, c, b während des Einflusses der andern Gruppe, ist hier ein merklicher Unterschied in seiner Dichtigkeit: sie ist grösser in der Scheibe b. als in den beyden andern, und geringer in der Scheibe a. Was die Scheibe c. betrifft, wenn sie in Rücksicht der andern Gruppe gehörig gestellt ist, so wird ihr elektrisches Fluidum keine Veränderung erlitten haben. Hierauf, sage ich, reducirt sich, der Satz vom Lord Mahon; und wenn man die Stelle der Scheibe c in der Gruppe a, c, b dem Abstande oder der Ladung der andern Gruppe gemäß verändert, so habe ich auch alles bestätigt, was Er von der Wirkung dieser Umstände, auf die Stelle des Punkts sagt, wo Er keine Veränderung in dem Zustande seines zweyten Leiters fand. Da diese Versuche in der Theorie der elektrischen Phänomene sehr wichtig sind, so will ich hierüber noch einiges weiter anführen.

## §. 339.

Ich habe oben gesagt, daß, so lange die Verbindungen zwischen den Scheiben jeder Gruppe bleiben, die elektrometrischen Bewegungen, bey jeder von ihnen einförmig sind, was für eine Modifikation man ihnen



Digitized by Google

auch widerfahren lasse. Aber ohngeachtet dieses Zeichens von beständiger Gleichheit in der ausdehnenden Kraft des elektrischen Fluidums in allen Theilen derselben Gruppe, wechselt das Verhältniß seiner Dichtigkeiten, durch jede dieser Veränderungen ab. Mein Apparat sezte mich in den Stand, diesen Unterschied in dem ganzen Gange des Phänomens zu bestätigen, und ich habe es ausgeführt; so daß diese Klasse von Versuchen, in meinem Register sehr weitläuftig ist: ein Beyspiel wird aber hinreichen, sowohl um diesen Gang zu zeigen, als auch um die verschiedenen Schlüsse, welche daraus in Absicht der Ursachen so diese Modifikationen bewirken, herfließen, vorzulegen.

## §. 340.

Unterdessen die Gruppe B. C. A, welche sehr nahe an die Gruppe a, c, b gebracht ist, auf diese einen grossen Einfluß ausübt, nehme ich die beyden Verbindungen der Scheiben a, c, b weg, welches noch nichts im Zustande ihrer Elektrometer verändert. Wenn ich aber sodann allmählig die Gruppe B. C. A. entferne, so weichen die Elektrometer a, c, b nicht mehr auf gleiche Art ab, und davon ist folgendes die unmittelbare Ursache. Wenn man um eine gewisse Größe den Abstand der Gruppe B. C. A von der andern Gruppe vermehrt; so ist diese Größe ein verschiedener aliquoter Theil der vorigen Abstände der ersten, von jeder der Scheiben a, c, b; sie ist am größten in Betracht der Scheibe a, kleiner in Betracht der Scheibe c, und noch kleiner in Rücksicht der Scheibe b. Die Wirkungen aber, der successiven Entfernungen der Gruppe B. C. A. auf die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums, in diesen 3 Scheiben, folgen, für jede von ihnen, diesen Verhältnissen des neuen Abstandes mit dem vorigen: und da keine leitende Verbindung

dung mehr unter ihnen ist, wodurch das Gleichgewicht der ausdehnenden Kraft sich in der Gruppe erhalten könnte, so werden die Abwechselungen in der Bewegung ihrer respectiven Elektrometer, den Einflüssen der Gruppe B, C, A verhältnißmäßig: dadurch offenbaren sich sogleich die Unterschiede, die sich in der Dichtigkeit ihres elektrischen Fluidums befinden. Der Gang dieser Wirkungen ist folgender.

## §. 341.

Durch eine erste Entfernung der Gruppe B. C. A. sinkt das Elektrometer a am meisten. Das Elektrometer c sinkt weniger, und das Elektrometer b am wenigsten: Dies ist die Wirkung der Unterschiede des Verhältnisses, in der Vermehrung der Abstände. Bey diesem allmähligen Zurückziehen, ist ein Punkt, wo das Elektrometer a, auf o gebracht ist: bey diesem Punkte also, ist die ausdehnende Kraft seines elektrischen Fluidums, der des Fluidums im Boden, oder noch unmittelbarer in der benachbarten Luft, gleich geworden, denn es kann noch einiger Unterschied seines elektrischen Zustandes mit dem Boden Statt haben. In diesem Augenblicke, stehen die beyden Elektrometer c und b noch von einander, aber das Elektrometer b mehr, als c. Entfernt man von neuem die Gruppe B. C. A; so fahren die Elektrometer b und c fort, zu fallen; aber dann hebt sich das Elektrometer a aufs neue. Man entdeckt also, daß die Scheibe a negativ sey, d. h. daß sie einen Theil ihres elektrischen Fluidums verloren habe, und das, wenn dennoch das übrige Fluidum zuvor mehr ausdehnende Kraft, als das im Boden ausübte, es daher rührte, weil sie fortleitendes Fluidum in größrer Menge von der Gruppe B, C, A erhielt, als sie elektrisches Fluidum verloren hatte. Da aber in diesem Augenblicke

die

die Menge des fortleitenden Fluidums, das sie von der entfernten Gruppe B, C, A bekam, nicht mehr hinreichend ist, diesen Verlust zu ersetzen, so offenbaret sich ihr negativer Zustand. Wenn man fortfährt, diese lezte Gruppe zu entfernen, so bleiben die Elektrometer a, c, b endlich stehen, und ist das Elektrometer c alsdann auf o gekommen, so stehen die beyden andern fast um dieselbe Größe ab; das Elektrometer a, durch den negativen Zustand seiner Scheibe, und das Elektrometer b durch den positiven der seinigen. In diesem Falle also, hatte das elektrische Fluidum, welches aus der Scheibe a, während des Einflusses der Gruppe B, C, A entwichen war, sich in der Scheibe c nicht aufgehalten, sondern war gänzlich in die Scheibe b getreten. Wenn man alsdann die Scheiben a und b unter sich in Verbindung bringt, so erhält man den Beweis dieses Uebergangs des elektrischen Fluidums von einer zur andern, dadurch, daß ihre beyden Elektrometer auf o fallen.

## §. 342.

Man begreift leicht, daß ich bey allem vorhergehenden, von den Ursachen der Irregularität, welche diese Versuche begleiten, abstrahirt habe; von denen diejenige, welche aus dem Verlust, den die beyden Gruppen von einem Theil ihres elektrischen Fluidums, während der Operationen leiden, herrührt, immer in gewissem Grade Statt hat. Ich sage die beyden Gruppen; denn obgleich die Gruppe a, c, b kein elektrisches Fluidum erhalten hat; so macht doch die Vermehrung der ausdehnenden Kraft, welche das ihrige, während des Einflusses der Gruppe B, C, A bekömmt, daß sie davon durch alle Ursachen verliert, die es ihr entziehen würden, wenn sie eine überflüssige Menge bekommen hätte. So kurze Zeit also auch die Operation dauert, so wird die

die Gruppe a, c, b etwas negativ, so wie die Gruppe B, C, A einen Theil ihres positiven Zustandes verliert: Hierauf muß man Rücksicht nehmen, um die Resultate der Versuche fest zu setzen.

§. 343.

Man sieht hieraus auch, warum meine elektrischen Versuche so oft unterbrochen worden: denn sie hatten immer zum Zweck die Gesetze der Phänomene zu bestimmen, welches nothwendig Zeit zum Arbeiten und Beobachten erfodert. Niemals habe ich mich mit Nutzen mit diesen Versuchen beschäfftigen können, als wenn mein Hygrometer etwa 45° war (§. 55.) und mein Thermometer ohngefähr + 8 (50° Fahrenh.), und wenn die Wärme größer war, so mußte das Hygrometer in einem ziemlich großen Verhältniß niedriger stehen. Daher mußte ich diese Versuche immer gegen die Mitte des Frühjahrs bis zum Herbst abbrechen; denn obgleich zuweilen das Hygrometer in dieser Zwischenzeit niedriger ist als 45°, so ists doch selten in Verhältniß mit dem, was das Thermometer über + 8 zeigt: und ist auch in diesem langen Aufschube, eine kurze Zeit, wo die Versuche möglich wären, so kann man es nicht nutzen, weil man sie einmal durch andre Beschäfftigungen aus dem Augen verloren hat. Die Isolirung der Leiter in der Atmosphäre, kömmt also nicht bloß auf ihren Grad der Trockenheit an, den das Hygrometer unmittelbar angiebt: sie kömmt erstlich auf die Menge der Wasserdünste an, wovon das Hygrometer nur Eine Anzeige ist; und auf die Wärme als eine andre Anzeige der Menge der Wasserdünste: denn mich dünkt, daß eine größre Menge freyes mit der Luft und den Dünsten vermischtes Feuer, diese Isolirung mit vermindre; wie sie das nicht leitende Vermögen fester Substanzen, die

es im höchsten Grade besitzen, vermindert. Man kann also nicht viele günstige Tage nach einander, oder in geringen Zwischenzeiten erwarten, als nur mit dem Anfange des Herbstes; und die wirkliche Feuchtheit verwirrt alsdann ihrer seits die Versuche. Man muß also standhaft genug seyn, sich nicht abschrecken zu lassen; vorzüglich wenn man noch tappt, weil alle günstige Tage eines ganzen Jahrs, oft nur die Einsicht der Fehler im Apparat und einige Ideen sie zu heben, verschaffen.

§. 344.

Nachdem ich die beyden scheinbar widersprechenden Sätze, über die Wirkung, welche die elektrischen Einflüsse in demselben Leiter hervorbringen, von Lord Mahon und Hr. Volta festgestellt habe; so will ich zeigen, wie mein System sie beyde umfaßt. Das Phänomen, welches sich zuerst offenbart; nämlich ein gleiches Divergiren der Elektrometer a, c, b bey Annäherung der Gruppe B, C, A, und die gleichzeitige Vermindrung, die auch die Elektrometer dieser leztern Gruppe, auf gleiche Art erleiden, ist eine von den gegenseitigen Wirkungen des Durchstreichens von einem Theile fortleitenden Fluidums, von dieser lezten Gruppe, zu der Gruppe a, c, b; wodurch die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums sich in dieser vermehrt, und in der andern vermindert. Die Scheibe a aber, welche der andern Gruppe näher ist, empfängt mehr fortleitendes Fluidum, als die Scheiben c und b, und besonders als die Scheibe b, welche davon am meisten entfernt ist: und weil indeß, dieselbe ausdehnende Kraft, sich zwischen den 3 in Verbindung seyenden Scheiben herstellen muß; so kann dies nur durch den Zutritt, von einem Theile elektrischen Fluidums, von der Scheibe a zu den beyden andern, geschehen; von diesem Theile bekommt die Scheibe b am mei-

meisten, weil sie weniger fortleitendes Fluidum erhält, und weil folglich die ausdehnende Kraft, ihres elektrischen Fluidums weniger Vermehrung leidet. Und wenn die Scheibe c genau in der Entfernung ist, wo die Menge an fortleitendem Fluidum, das sie erhält, hinreicht, um ihrem elektrischen Fluidum den Grad von ausdehnender Kraft zu geben, welchen das gesammte Fluidum der Gruppe bekömmt; so leidet sie weder Vermehrung noch Vermindrung in ihrer Menge an elektrischer Materie, indem diejenige, welche die Scheibe a verläßt, sodann gänzlich auf die Scheibe b geht.

§. 345.

Mit dem Zustande der Scheiben in der Gruppe B, C, A verhält sichs umgekehrt eben so. Die Scheibe A, da sie der Gruppe a, c, b am nächsten ist, giebt dieser das meiste fortleitende Fluidum, und die Scheibe B, als die entfernteste, giebt ihr weniger; das elektrische Fluidum dieser leztern, behält also mehr ausdehnende Kraft, als das in den beyden andern; und daher dehnt es sich gegen sie aus: und wenn die Scheibe C, in solcher Entfernung von der andern Gruppe ist, daß die Menge an fortleitendem Fluidum, welches sie ihr giebt, dennoch ihr elektrisches Fluidum auf dem Grade von ausdehnender Kraft läßt, welcher der gleichförmige Zustand ihrer Gruppe wird, so verliert und bekömmt sie kein elektrisches Fluidum. Obgleich in dieser Gruppe also, so wie in der Gruppe a, c, b, die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums in allen 3 Scheiben auf gleiche Art sich verändert; so verändert sich die Dichtigkeit nicht gleich stark, auch nicht einmal in einerley Bedeutung: sie vermehrt sich in der Scheibe A, nimmt ab in der Scheibe B, und die Scheibe C ist die einzige, wo, wegen ihrer Lage, sie keine Verändrung leiden

leiden kann. Dieses findet man auch, wenn man die Verbindung ihrer Scheiben, ehe man sie von der andern Gruppe entfernte, wegnahm. Denn das Abstehen des Elektrometers A, vermehrt sich stärker, als es durch Annäherung der andern Gruppe abgenommen hatte; das am Elektrometer C, vermehrt sich fast um dieselbe Größe, um welche es abgenommen hatte; und das Elektrometer B, kann bey seinem erlangten Punkte verbleiben.

Ich muß in Rücksicht dieser Phänomene nur noch die Wirkungen der Luft auf die beyden Gruppen erklären; da dies aber einer ihrer wichtigsten Umstände ist, so will ich daraus einen neuen Abschnitt machen.

## Sechster Abschnitt.

### Von den Wirkungen der Luft auf die elektrischen Einflüsse. Vergleichung einiger Modifikationen des elektrischen Fluidums mit den analogen Modifikationen des Feuers.

§. 346.

Ich will hier die Erklärung von diesem merkwürdigen Theile aller Phänomene der elektrischen Einflüsse, die ich im vorigen Abschnitte angefangen habe, wieder vornehmen, nämlich: „daß die Veränderungen in der Dichtigkeit des elektrischen Fluidums, welche die Wirkungen dieser Einflüsse sind, sich nur dann, durch verhältnißmäßige Veränderungen in seiner ausdehnenden Kraft offenbaren, wenn die Einflüsse, die sie hervorbrachten, aufhören:" Dies hat man bey den beyden Gruppen des vorigen Abschnitts, und an den Belegungen des Elektrophors und Condensators, gesehen. Ich habe schon gesagt, daß dieser Umstand bey den elektri-

trischen Phänomenen spielt. Sie trägt am meisten dazu bey, das elektrische Gleichgewicht, zwischen nicht leiten den Substanzen und Körpern die sie isolliren, mit andern Substanzen wieder herzustellen, wenn es aufgehoben ist (§. 283.): wir werden auch sehen, daß sie zu den elektrischen Bewegungen beyträgt, und durch sie wird das Phänomen, welches den vorzüglichsten Gegenstand dieses Abschnittes ausmacht, hervorgebracht.

## §. 347.

Ich will hier zum Beyspiel die beyden Gruppen von Scheiben wählen, deren Phänomene ich im vorigen Abschnitte erzählt habe; und ich will erst diese Gruppen in den Augenblicken betrachten, wo, sie mögen entfernt oder nahe seyn, ihre Elektrometer bey gewissen Punkten fest stehen, welches anfangs eine Ruhe in den Ursachen anzudeuten scheint. Ich habe aber schon Gelegenheit gehabt, mehrmalen zu bemerken, daß in der Natur kein merklich dauerhafter Zustand der Substanzen sey, welcher die Wirkung einer absoluten Ruhe wäre: d. h. daß derjenige, den man bey den Massen bemerkt, dennoch mit beständiger Bewegung in den Theilchen, und oft mit entgegengesezten Veränderungen verbunden ist, die sich hinlänglich aufheben, so, daß wir sie nicht wahrnehmen können. So ist also der Zustand unserer beyden einander benachbarten Gruppen, in welchem die Elektrometer fest bleiben, kein Zustand der Ruhe. Ich rede selbst nicht einmal von dem beständigen Kreislauf des elektrischen Fluidums, welches sein gewöhnlicher Zustand bey allen Leitern ist: ich rede von dem Zustande der individuellen Theilchen dieses Fluidums, welcher vielleicht bey keinem zween Augenblicke hinter einander derselbe ist; weil ihr Zustand immer von den Umständen abhängt, worinn sie sich befinden, und sie diese beständig

verändern. Die wirkliche Zusammensetzung des elektrischen Fluidums, so wie der Wasserdünste (§. 11.) hängt von dem Verhältnisse der Mengen der beyden Bestandtheile in dem Orte ab; und dieses Verhältniß verändert sich unaufhörlich mit den Umständen, wovon der vorzüglichste das Verhältniß der elektrischen Zustände zwischen der Luft und jedem Theile der Körper, die sie umgiebt, ist. Ich will hier aber nur von den gesammten Gruppen reden, oder wenn es abgesondert betrachtete Scheiben betrifft, so wird dies immer von ihrer gesammten Modifikation zu verstehen seyn.

## §. 348.

Ich hatte bisher nur des Ueberganges des fortleitenden Fluidums von der Gruppe B, C, A zu der Gruppe a, c, b gedacht; die Vermehrungen aber, welche auf diese Art die leztre empfängt, sind der Ueberschuß, dessen was sie erlangt, über ihren gleichzeitigen Verlust und umgekehrt, der absolute Verlust, den die Gruppe B, C, A von einem Theile ihres fortleitenden Fluidums erleidet, ist der Ueberschuß ihres Verlustes über ihren gleichzeitigen Gewinn; auf folgende Weise: Sobald die Gruppe a, c, b fortleitendes Fluidum von der Gruppe B, C A bekommen hat, so besizt sie dadurch einen größern Antheil von diesem Fluidum, als sie nach dem Verhältniß ihrer Menge an elektrischer Materie mit der in der Luft haben sollte. Diese raubt ihr einen Theil des Ueberschusses an fortleitendem Fluidum. Sobald, auf der andern Seite, die Gruppe B, C, A dies fortleitende Fluidum der Gruppe a, c, b abgetreten hat, und sie daher eine geringere Menge besizt, als sie wegen ihres Ueberschusses an elektrischer Materie in Verhältniß der Luft haben sollte; so giebt ihr dieselbe von diesem Fluidum: Daher sie aufs neue der Gruppe

a, c, b davon zuschickt. Es entsteht also ein Kreislauf des fortleitenden Fluidums, zwischen dem umgebenden Mittel und den Gruppen; wie es mit der Luft in einem Zimmer oder den Flüssigkeiten in Gefäßen geht, wenn eine Ursache das Gleichgewicht ihrer Säulen aufhebt; dies würde uns allein die Theorie lehren, wenn wir es nicht oft bey leichten Körpern, die in der Luft oder in Flüssigkeiten schwimmen, wahrnähmen. Daß ein Kreislauf des fortleitenden Fluidums in dem Phänomen wovon ich rede, daseyn, zeigt uns auch die Veränderung, welche bey den Elektrometern der Scheiben sich ereignet, wenn man bloß ihre Gruppen trennt, oder noch merklicher, wenn man von dieser Trennung die Verbindungen zwischen ihren Scheiben wegnimmt, und sie selbst trennt. Denn alsdann verlieren alle diejenigen Scheiben, welche in ihrer vorigen Lage, immer einen Ueberschuß an fortleitendem Fluidum, in Vergleichung mit dem Verhältniß ihrer Menge an elektrischer Materie mit der in der Luft hatten, diesen Ueberschuß mit ihm, ohne daß er sich erneure, und alle diejenigen, welche hingegen einen Mangel an diesem Fluidum erlitten, in Vergleichung mit demselben Verhältniß, nehmen es von der Luft wieder an, und verlieren nicht mehr. Alsdann also zeigen auch die Elektrometer, die mittlere Dichtigkeit des elektrischen Fluidums in ihren respektiven Scheiben; weil seine ausdehnende Kraft, die sie unmittelbar angeben, ihr proportional wird: Dieses hat niemals bey einem Körper Statt, als wenn ihn die Luft allein umgiebt, und hat selbst nicht einmal bey allen Theilen eines Körpers Statt, als wenn er sphärisch ist. Dies werde ich im folgenden Abschnitte zeigen, wo ich von den elektrischen Bewegungen und ihrer unmittelbaren Ursache handle.

§. 349.

So sind also die mechanischen Ursachen dieser Phänomene beschaffen, welche entweder durch elektrische Einflüsse erklärt würden, indem man sie auf diese Art, auf einfache Gesetze als auf Ursachen reducirte: oder durch elektrische Atmosphären, ohne hinlänglich zu bestimmen, worinn dise Atmosphären bestånden; vorzüglich ohne nahe genug den nothwendigen Wirkungen bestimmter Atmosphären, und ihren Verhältnissen mit den Phänomenen zu folgen. Ich bin so genau als möglich in Aufstellung meines Systems in diesem Betracht gewesen, damit man desto besser die Natur der angenommenen Ursachen und das Verhältniß ihrer nothwendigen Wirkungen mit den Thatsachen prüfen könnte; und ich will fortfahren dieses Verhältniß, bey den andern Phänomenen, die mir noch zu erklären übrig sind, zu zeigen.

§. 350.

Ehe ich den allgemeinen Gegenstand der elektrischen Einflüsse verlasse, muß ich die Aehnlichkeiten der Phänomene dieser Klasse, mit den Wirkungen, die ich dem Lichte bey Hervorbringung der Wärme zugeschrieben habe, anführen. Alles, was ich in Betracht des Elektrometers in diesen lezten Abschnitten gesagt habe, bezieht sich genau darauf, was ich vom Thermometer bey der Wärme sagte, und vom Manometer, als ich von der mechanischen Wirkung der Wasserdünste (§. 340.) handelte: jedes von diesen Werkzeugen nämlich, zeigt nur den wirklichen Grad der ausdehnenden Kraft des Fluidums an, das es betrifft, und lehrt uns also, unmittelbar über seine Dichtigkeit nichts. Da ich diese drey Flüssigkeiten in eine Klasse vereinigte, gab ich ihnen den

Digitized by Google

den gemeinschaftlichen Charakter, daß sie aus zween schwach verbundenen Bestandtheilen zusammengesezt wären, wovon der eine, nämlich das specifische fortleitende Fluidum, welches die unmittelbare Ursache der Bewegung der Theilchen dieser Flüssigkeiten ist, ihnen davon um somehr mittheilt, als es im größern Maaße vorhanden. Wie ich darauf diese fortleitenden Flüssigkeiten nach den Phänomenen bezeichnete, und zeigte, daß das Feuer das fortleitende Fluidum der Wasserdünste wäre, gab ich, nach der Analogie, dem Feuer, das Licht zum fortleitenden Fluidum. Und da mehr Feuer den Wasserdünsten mehr ausdehnende Kraft giebt, so schloß ich daraus, daß mehr Licht dem Feuer mehr ausdehnende Kraft gäbe: hiedurch erklärte ich einen Theil des Einflusses der Sonnenstrahlen auf die Wärme. Wir können aber dieselbe Masse vom Feuer in ihren Modifikationen nicht verfolgen, weil das Feuer zu schnell flieht oder zurückkömmt, wenn es mehr oder weniger sich auszudehnen strebt, und folglich kann man diesen Theil der Wirkungen des Lichts, der darinn besteht, daß es dem Feuer mehr ausdehnende Kraft giebt, nicht unmittelbar beweisen, noch mit Gewißheit bestimmen. Dieses habe ich schon bemerkt, als ich den Abschnitt vom Feuer endigte; (§. 151.) ich kündigte aber zugleich an, daß ich zu dem schon gegebenen Beyspiel, von ähnlichen Modifikationen bey den Wasserdünsten ein neues Beyspiel zusetzen würde, das genommen wäre „von einer andern Dunstgattung, die in einigem Betracht noch wirksamer wäre, als das Feuer, und dennoch wie die Wasserdünste zusammengehalten, und so den Versuchen unterworfen werden könnte; nämlich vom elektrischen Fluidum.“ Ich glaube dies Versprechen nun erfüllt zu haben, indem ich gezeigt, daß, wenn dieselbe Masse elektrisches Fluidum, welche derselbe Körper be-

sizt, eine große Menge fortleitenden Fluidums seiner Art bekömmt; daraus dieselben Wirkungen auf seine ausdehnende Kraft entspringen, als wenn man die Menge des elektrischen Fluidums selbst, vermehrt hätte. Es ist also in diesem Betracht, kein Unterschied zwischen dem Feuer und dem elektrischen Fluidum, als nur in der Schnelligkeit der analogen Phänomene. Es findet sich aber schon derselbe Unterschied zwischen dem elektrischen Fluidum und den Wasserdünsten, und bey diesen leztern sind die Modifikationen, wovon ich rede, deutlich. Also zeigt der Unterschied in der Schnelligkeit dieser Phänomene, keinen Unterschied in der Gattung ihrer Ursachen, an.

§. 351.

Ich könnte mich hierüber noch weiter auslassen, und besonders eine Quelle der Verschiedenheit, in der Schnelligkeit der Modifikationen des Feuers und des elektrischen Fluidums, anzeigen, die in dem Umstande liegt: daß das Feuer die Körper durchdringt, und daß also seine Modifikationen auf ihre ganze Masse wirken; so daß dieses Fluidum nur am Ende einer gewissen Zeit, von äußern Ursachen modificirt werden kann; vorzüglich wegen der Langsamkeit seiner progressiven Bewegung: da hingegen, durch welche Ursachen auch das elektrische Fluidum modificirt werde, sich alles ereignet, als ob diese Modifikationen nur auf der Oberfläche der Körper Statt gefunden hätten. Diese Untersuchung würde mich aber zu weit führen, und überdies ist es mein Vorsatz nicht hier zu prüfen, ob das elektrische Fluidum die Körper durchdringe. Ich komme also nun auf die elektrischen Bewegungen, die durch deutliche Beyspiele, die Modifikationen, welche die Flüssigkeiten aus der Klasse der Dämpfe, in ihrer ausdehnenden Kraft, bloß

durch

durch den Unterschied in der Menge ihrer respektiven fortleitenden Flüssigkeiten erleiden, noch mehr bestätigen werden.

## Siebenter Abschnitt.

### Von den elektrischen Bewegungen.

§. 352.

Man nennt gemeiniglich Anziehen und Zurückstoßen die Bewegungen freyer elektrisirter Körper, welche wechselsweise sich bald einander nähern, bald sich entfernen. Ich würde diese gebräuchlichen Ausdrücke beybehalten, wenn alle Physiker sie im bildlichen Sinne nähmen; da aber viele sie in eigenthümlicher Bedeutung annehmen, und damit den Begriff von Ursache verbinden: so will ich sie vermeiden, und bloß Bestreben sich zu nähern, oder zu entfernen das nennen, was man durch Anziehen und Abstoßen bezeichnet. Ich betrachte dieses Bestreben als die Wirkung einer Ursache, die immer durch den Stoß wirkt; aus welcher mittelbar alle Verwandschaften entspringen. Ich handle hier aber nicht von dieser Ursache, sondern will nur die Umstände erzählen, unter denen sie die elektrischen Bewegungen hervorbringt, um hernach aus diesen Umständen die unmittelbaren Ursachen dieser Bewegungen herzuleiten.

§. 353.

Als ich die specifischen Unterschiede des elektrischen Fluidums und der Wasserdünste bestimmte, zeigte ich den besondern Hang der beyden Bestandtheile des erstern an, und aus diesen nämlichen Bestimmungen, woraus schon die bisher erklärten Phänomene hergeleitet sind, werden auch die Gesetze der elektrischen Bewegungen

 fließen;

fließen; wovon das erste, das man als ein Grundgesetz ansehen kann, folgendes ist: „daß freye elektrisirte Körper, sich nur in Verhältniß der Menge der elektrischen Materie allein, d. h. in Verhältniß der Dichtigkeit des elektrischen Fluidums bewegen, und nicht nach den Graden seiner ausdehnenden Kraft.“ Obgleich also das fortleitende Fluidum die Ursache der Vertheilung der elektrischen Materie in den Körpern sey, und folglich alle elektrische Bewegungen in den Gang bringt; so tritt es doch hierbey um nichts merkliches, durch seine Gegenwart oder Abwesenheit in den beweglichen Körpern, zu. Denn es kann eine Substanz nur durch einen gewissen Grad des Widerstandes, die Körper denen sie zugehört, zu verlassen, sie ihrem Bestreben zu folgen, mit fortreissen; und das fortleitende Fluidum trennt sich ohne Mühe, von denen, so es zugehört, so bald es nach den Gesetzen seines Gleichgewichts determinirt wird.

§. 354.

Aus einem entgegengesezten Grunde ist also die elektrische Materie eine Ursache der Bewegung in den elektrisirten Körpern. Wenn sie einem Körper zugehört, so widersteht sie, sich davon zu trennen: ob sie gleich also fortfährt, sich nach andern Körpern, die davon weniger besitzen, hinzuneigen, so geschieht dies doch, in einigem Verhältniß ihrer Entfernung, schwächer. Und da jeder Hang gegenseitig ist, so neigen sich die Körper, welche weniger elektrische Materie haben, gegenseitig zu denen, welche mehr besitzen. Wenn man also nur noch diese allgemeine Ursache betrachtet, so ist offenbar; „daß, wenn die Anstrengung, welche nöthig ist, zwo Massen von Substanzen (oder auch nur eine) die in der Menge der elektrischen Materie verschieden sind, aus der Stelle

zu bewegen, geringer ist, als eine oder die andre dieser beyden Mengen, nämlich des Grades der Kraft, mit dem die elektrische Materie strebt, bey der Masse zu bleiben, welche mehr hat, und des Bestrebens, der beyden Massen gegen einander, das durch diesen Mangel des Gleichgewichts in der elektrischen Materie unter ihnen, hervorgebracht ist; so werden die beyden Massen (oder eine davon) sich gegen einander bewegen.“ Ich erkläre mich durch ein Gleichniß. Die elektrisirten Körper, welche sich bewegen, sind gewöhnlich pendelartig. Ich nehme also ein großes Pendel an, das ich vermittelst eines Seils, aus seiner perpendikular Linie bringen will. Zuerst muß unstreitig die Kraft, welche es daraus ziehen kann, geringer seyn, als die das Seil zerreissen könnte, denn sonst würde es zerreissen; auch muß diese Anstrengung geringer seyn, als meine eigne Kraft, denn sonst könnte ich das Pendel nicht bewegen. Das Seil nun stellt hier das Bestreben der elektrischen Materie vor, mit der Masse der Substanz die davon am meisten hat, verbunden zu bleiben, und meine Kraft bedeutet das Bestreben der beyden Massen von Substanzen, sich einander wegen Mangel des Gleichgewichts in ihrer Menge an elektrischer Materie zu nähern. Wenn dieses zwiefache Bestreben also stärker ist, als der Widerstand der Körper sich zu bewegen, so werden sie sich bewegen. Wir werden sehen, wie diese Ursache wirkt, um die elektrischen Bewegungen hervorzubringen, wenn man die Luft unter die Zahl der Substanzen, die hier vorkommen, mit begreift. Zuvor muß ich aber an die Gesetze dieser Bewegungen bey den Körpern erinnern, und durch Phänomene zeigen, daß sie einzig an die Mengen der elektrischen Materie, welche die Körper besitzen, gebunden sind.

§. 355.

Die bekannten Gesetze der elektrischen Bewegungen bey empfindlichen Körpern sind folgende. „Körper, welche sich frey bewegen können, und in demselben elektrischen Zustande, als das umgebende Mittel sind, bleiben in Ruhe. Werden sie aus diesem Zustande im entgegengesezten Sinne gezogen, daß der eine also positiv der andre negativ wird, so nähern sie sich einander. Werden beyde positiv oder negativ, so entfernen sie sich von einander. Kann endlich nur einer von diesen beyden Körpern diesen Gesetzen gehorchen, so bewegt er sich allein." Ich muß also beweisen, daß diese positiv und negativ genannten Zustände, wovon einer einen Ueberschuß, der andre einen Mangel, in Vergleichung mit dem Zustand des umgebenden Mittels ausdrückt; nicht das völlige elektrische Fluidum betreffen, sondern nur die elektrische Materie, welche davon einen Theil ausmacht: oder mit andern Worten, daß sie nicht auf den Grad der ausdehnenden Kraft des elektrischen Fluidums, sondern nur der Dichtigkeit, zielen.

§. 356.

Ich fieng die Versuche, wodurch ich die Ursache der elektrischen Bewegungen beweisen wollte, sehr tappend an. Meine ersten Proben hierüber, waren mit Kugeln von Pflanzen Mark, die man gewöhnlich gebraucht: so lange ich mich aber derselben bediente, sahe ich nichts gewisses in den Resultaten meiner Versuche. Indeß waren diese ersten Proben nicht ganz ohne Nutzen, denn sie brachten mich darauf, die Ursachen der Unbeständigkeit zu entdecken, die ich bey den Resultaten fand und gaben mir Mittel dagegen an die Hand. Ich fand erst, daß, wenn diese Kugeln an bloßen Fäden (von

Seide

Seide oder Flachs) aufgehängt waren, sie so flüchtig sind, daß sie, durch die verschiedenen Lagen, die sie um die Leiter herum annahmen, oft in entgegengesezte Zustände übergiengen. Ich verhinderte dies, indem ich alle meine Kugeln allein, oder Paarweise, auf die Art des Henleyschen Elektroskops aufhieng, d. i. durch unbiegsämere Stäbchen, die frey an einer Axe hiengen. Da die Kugeln sich also nur in bestimmten Ebnen bewegten, so konnte ich auch den Einfluß, den sie erlitten, bestimmen. Ein andrer Fehler bey diesen Kugeln, der mich lange, ohne daß ich darauf achtete, verwirrte, war der Grund selbst, warum man sie gebraucht, nämlich die Porosität ihrer Substanzen, die sie sehr leicht macht. Hieraus entspringt aber, daß die Leiter, bey denen sie angebracht sind, nur sehr schwache Grade von Elektrisirung behalten können; denn sie lassen sehr leicht das elektrische Fluidum in die Luft durch, oder nehmen es von ihr durch die kleinen Blättchen, die ihren Poren zu Verschlägen dienen, an. Ich konnte also mit Sicherheit, keinen Versuch von einiger Dauer machen, als wenn ich statt der Mark Kugeln, hohle metallene gebrauchte, und diesen eine hinlängliche Dicke gab, daß sich hier nicht eher Büschel bildeten, als bey den Leitern, an die sie angebracht waren. Mit solchen Elektroskopen unternahm ich also alle Versuche, die mich von ihrer Nothwendigkeit überführt hatten. Ich will nun diejenigen erzählen, welche am deutlichsten die unmittelbare Ursache der elektrischen Bewegungen zeigen.

## §. 357.

Ich gebrauche zwo von den Scheiben, die ich in den vorigen Abschnitten beschrieben habe; wovon eine, die ich A nennen will, elektrisirt wird, und die andre B, ist in Verbindung mit den Kugeln, auf die sich der Einfluß

fluß der Scheibe A, so wie zugleich auf die Scheibe B, erstrecken wird. In dem ersten Versuche, den ich beschreiben will, nehme ich auch an, daß die Scheibe B elektrisirt sey, aber auf eine Art, die ich noch nicht kenne. Ich sehe, daß sie elektrisirt sey, weil ein Paar der beschriebenen Kugeln, in Verbindung mit ihr, gegen eine ihrer Seiten, auseinanderfährt. Um zu erfahren, durch welche Elektrisirung die Kugeln abstehen, müßte man die Scheibe A auf eine bekannte Art elektrisiren, und die Bewegung beobachten, die sie bey ihrer Annäherung erleiden. Die Seite aber, nach welcher man sie der Scheibe B nähert, ist nicht gleichgültig; denn durch dieses Annähern, werden sich die Kugeln in entgegengeseztem Sinn bewegen können: die Vorschrift ist also diese: Wenn man die Scheibe A, derjenigen Seite der Scheibe B, welcher gegenüber sich die Kugeln befinden, entgegenbringt, und das Abstehen dieser leztern dadurch abnimmt, oder, wenn man jene an die entgegengesezte Seite hält, zunimmt; so wird die Scheibe B, mit der Scheibe A einerley Elektrisirung haben: sind diese Bewegungen umgekehrt, so werden die Scheiben entgegengesezte Elektrisirungen besitzen.

## §. 358.

Dieser Versuch, worauf die Anfänger in der Elektricität sehr aufmerksam seyn müssen, zeigt schon die unmittelbare Ursache der elektrischen Bewegungen. Von welcher Seite der Scheibe B, man ihr auch die Scheibe A (auf dieselbe Weite) darbiete; so wird die Veränderung in der ausdehnenden Kraft ihres elektrischen Fluidums, dieselbe und in allen ihren Theilen, die Kugeln mit darunter begriffen, einförmig seyn; es wird sich aber nicht so mit seinem Grade der Dichtigkeit verhalten; denn das Verhältniß dieses Grades zwischen der

Scheibe

Scheibe und ihren Kugeln, wird sich in entgegengesez-tem Sinne, in den beyden Lagen der Scheibe A verändern, und daraus entspringen die entgegengesezten Bewegungen der Kugeln. Ich nehme an, daß beyde Scheiben positiv elektrisirt seyen. Wenn die Scheibe A, der Scheibe B, auf einer ihrer Seiten sich nähert, so wird sie eine gleichförmige Vermehrung in der ausdehnenden Kraft des elektrischen Fluidums, in allen ihren Theilen, die Kugeln mit dazu gerechnet, hervorbringen: dies haben die vorigen Versuche gezeigt. Mit der Dichtigkeit dieses Fluidums wird es sich aber nicht so verhalten: diese vermindert sich immer bey einem Leiter in den Theilen, welche einem positiven Körper am nächsten sind, und vermehrt sich in den entfernteren: auch dies haben die vorigen Versuche erwiesen. Wenn ich also die Scheibe A, der Seite der Scheibe B, wo sich die Kugeln befinden, entgegen halte; so sind diese jenen am nächsten, und empfangen das meiste ihres fortleitenden Fluidums, und ihr elektrisches Fluidum verliert an Dichtigkeit: daher nimmt ihr Divergiren ab. Wenn ich aber die Scheibe A der entgegengesezten Seite der Scheibe B darbiete; so sind die Kugeln alsdann der Theil dieser Gruppe, welcher am wenigsten fortleitendes Fluidum bekömmt: die Dichtigkeit ihres elektrischen Fluidums nimmt also zu, durch das, was ihnen aus der Scheibe zutritt, und ihr Divergiren vermehrt sich.

## §. 359.

Der folgende Versuch wird zween Fälle zugleich, auf eine noch deutlichere und erweisendere Art geben. Ich will in Verbindung mit der Scheibe B, zwey Paar, den vorigen ähnliche Kugeln annehmen, deren Einrichtung und Stellung folgende ist: Man muß erstlich am Aufhängepunkt der Kugeln, so viel wie möglich, Materie

sparen:

sparen: d. h. an dem Stücke, das die Axen ihrer Stäbchen trägt; damit das Volumen dieses Theiles des kleinen Apparats den kleinst möglichsten Theil des gesammten Volumens ausmache; ohne daß jedoch eine Ecke das Zerstreuen oder Zulassen von elektrischem Fluidum begünstige. Zwey Paar so eingerichtete Kugeln, welche von isolirenden Armen getragen werden, sind auf beyden Seiten gestellt, und in einiger Entfernung von der Scheibe B. Die Stellung dieser ähnlichen Elektroskope muß so beschaffen seyn, daß ihre Kugeln sich gegen den Mittelpunkt der Scheibe befinden, und daß ihre Bewegungen in parallelen Ebnen mit der ihrigen sich zutragen. Endlich bringe ich zwischen den Aufhängestücken der Kugeln und der Scheibe, leitende Verbindungen, die ich wegnehmen kann, ohne etwas an dem respektiven Zustande der Scheibe oder der Kugeln zu ändern.

§. 360.

Ich lasse diesmal die Scheibe B und ihre Kugeln, in dem Zustande des Mittels und des Bodens; so daß die Veränderungen die hier hervorgebracht werden, allein von dem Einfluß der Scheibe A herrühren: diese Vorrichtung nun hat folgendes besondre. Auf welche Art ich auch die Scheibe A. elektrisire, so ist, wenn ich sie einer Seite der Seite B entgegen halte, das unmittelbar merkliche Phänomen dasselbe, und es besteht darinn, 1. die beyden Paare von Kugeln gehen aus einander. 2, sie fahren fort zu divergiren, wenn bloß ihre Verbindungen mit der Scheibe B, weggenommen werden, oder man hernach diese Scheibe selbst wegnimmt. 3. In diesem Zustande der Trennung der Kugeln von ihrer Scheibe, bringt das Annähern oder Entfernen der Scheibe A, nur sehr geringe Wirkung, nicht allein auf die Kugeln, denen sie am nächsten, sondern auch auf die, von

denen

Digitized by Google

denen sie am weitesten war, hervor. Dies ist gewiß ein sehr auffallendes Phänomen, wegen des Divergirens zweyer Paare von Kugeln, durch zwo entgegenstehende Ursachen, und das man durch einen gewissen Abstand der Scheibe A. gleich machen kann; und es scheint mir nur nach meinem System erklärbar, wie ich jezt zeigen will.

§. 361.

Wir wollen annehmen, daß die Scheibe A. positiv sey. Dadurch bekommen die Kugeln die ihr am nächsten sind, mehr von ihrem fortleitenden Fluidum, und ihr elektrisches Fluidum erhält dadurch mehr ausdehnende Kraft, als das in der übrigen Gruppe, und verbreitet sich hier zum Theil. Das Gleichgewicht in der ausdehnenden Kraft des elektrischen Fluidums wird alsdann in der ganzen Gruppe hergestellt, aber seine Dichtigkeit ist hier nicht gleich. Anfangs hat sie in den benachbarten Kugeln der Scheibe A. abgenommen, und dadurch ist sie hier geringer, als in dem elektrischen Fluidum des Bodens und des umgebenden Mittels; daher divergiren diese Kugeln, da beyde negativ sind. Auf der andern Seite hat das elektrische Fluidum, das aus diesen ersten Kugeln gieng, sich in der Scheibe B. nicht aufgehalten, weil diese Scheibe auch etwas fortleitendes Fluidum von der Scheibe A. empfängt; es ist in die entfernten Kugeln getreten: alsdann also ist das elektrische Fluidum dieser Kugeln dichter geworden, als das in dem Boden und umgebenden Mittel, und sie divergiren, indem beyde positiv sind. Wenn man die Verbindungen, und hernach die Scheibe B. wegnimmt, so bleibt das Divergiren der beyden Paare Kugeln dasselbe; denn alsdann kann sich die respektive Menge ihres elektrischen Fluidums nicht ändern. Ihr Divergiren wird sich auch nicht merklich weiter ändern, man

mag

mag die Scheibe A. wegnehmen, oder ihre Stellung gegen sie verändern: denn obgleich durch diese Veränderungen, die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums der Kugeln merklich verändert wird, so ändert sich doch seine Dichtigkeit nicht merklich. Weil es nur in der Erstreckung des kleinen Apparats, wovon die Kugeln der größte Theil sind, seinen Ort verändern kann. Und auch bey diesen kleinen Veränderungen, bringt dieselbe Ursache verhältnißmäßig mit ihrer Intensität dieselben Wirkungen hervor. Wenn man die Scheibe A. dem Paar negativ gewordener Kugeln nähert, so vermehrt sich ihr Divergiren etwas, weil die Scheibe gegen deren Mittelpunkt sie gerichtet sind, ihnen verhältnißmäßig mehr fortleitendes Fluidum mittheilt, als ihren Stäbchen und dem Stück, woran sie aufgehängt sind: dieses vermindert noch etwas die Dichtigkeit des elektrischen Fluidums in diesen Kugeln, weil ein Theil in das Uebrige des kleinen Apparats tritt. Das Divergiren der positiv gewordenen Kugeln vermindert sich hingegen etwas, aus derselben Ursache, bey Annäherung der Scheibe A; denn da auch eine kleine Menge ihres elektrischen Fluidums in ihre Stäbchen, und das Stück, woran sie aufgehängt sind, geht, so vermindert sich ihr positiver Zustand um diese Menge. Alle diese Bewegungen sind also allein den Veränderungen proportional, welche die Dichtigkeit des elektrischen Fluidums in den Kugeln selbst erleidet, in Vergleichung mit der wirklichen Dichtigkeit des elektrischen Fluidums in dem umgebenden Mittel und dem Boden.

## §. 362.

Hier ist noch ein andrer Apparat, womit man sehr abgewechselte Versuche machen kann, weil die Kugeln selbst Leiter von hinlänglich großem Volumen sind, daß man

man mit ihnen unmittelbare Versuche anstellen kann: ich will hier aber nur diejenigen erzählen, die mehr meinem Zwecke gemäß sind. Dieses sind hohle Kugeln von Messing, welche die Künstler zu Aräometern verfertigen, und die daher sehr leicht sind. Man kann sie zu London von jeder Größe haben, und kleine Zapfen daran löthen lassen, um solche Stäbchen, die man für bequem hält, hinein zu stecken. Die, wovon ich zuerst reden will, haben etwas über einen Zoll im Durchmesser; aber dies ist gleichgültig wenn nur alle vier Kugeln gleichen Durchmesser und Gewicht haben. Eines von den beyden Paaren hat sehr dünne, überfirnißte gläserne Stäbchen, damit ihre Kugeln um so besser isolirt seyen: das andre hat Strohhälme zu Stäbchen, und dienen eine leitende und unbiegsame Verbindung zwischen ihnen und der Scheibe zu bewirken, ohne sie sehr zu laden. Diese 4 unter sich gleiche Stäbchen, sind 7 bis 8 Zoll lang, daher ihre Kugeln auf 2 Zolle divergiren können. Endlich hängen sie auch auf Axen. Ich muß hier in Betracht aller dieser Paare von Kugeln bemerken, daß ihre Axen zur Entfernung bey dem Aufhängestück, den Durchmesser der aufgehängten Kugeln haben müssen, damit sie sich in ihrem Zustande der Ruhe nur leicht berühren. Diese beyden Paare von Kugeln werden gleichfalls von isolirenden Armen getragen, die sie in der Höhe des Mittelpunkts der Scheiben halten: und da das Paar, welches leitende Stäbchen hat, mit der Scheibe B. in Verbindung seyn muß; so geht ein dünner metallener Drath von seinem Aufhängepunkt aus, läuft herunter, und endigt sich in einem Ring. Die Kugeln müssen sich bey der Scheibe in einer solchen Lage befinden, daß ihre Bewegungen in parallelen Ebnen mit der ihrigen vorgehen. Das Paar Kugeln mit nicht leitenden Stäbchen, berührt die Scheibe nur leicht, und dies muß auf der

Seite geschehen, die keinen Rand hat, damit man sie desto leichter abziehen könne, ohne die Kugeln in Unordnung zu bringen. Das andre Paar ist auf der entgegengesezten Seite der Scheibe, in geringer Entfernung von ihr, und sein kleiner gekrümmter Leiter, berührt dieselbe an ihrem Gipfel, so daß das Zurückziehen derselben keinesweges durch die Kugeln verhindert wird, und diese in ihrem Zustande verbleiben. Dieses ist der neue Apparat, dessen vorzüglichste Phänomene folgende sind:

## §. 363.

Ich lasse die Scheibe B und ihre Kugeln in dem elektrischen Zustand des Bodens und Mittels, und lade die Scheibe A. stark. Hernach bringe ich sie der Seite der Scheibe B. vor welcher die Kugeln mit nicht leitenden Stäbchen sind, entgegen. Sogleich divergiren die beyden Paar Kugeln. Ich hätte nicht nöthig zu beweisen, daß die vordern Kugeln negativ, und die andern positiv sind; denn sie befinden sich in demselben Falle, wie im vorigen Beyspiel. Die Operation aber, die es beweist, ist von merkwürdigen Umständen begleitet, und daher will ich ihrer erwähnen. Ich ziehe seitwärts die Scheibe B ab, dadurch bleiben die beyden Paar Kugeln in demselben Zustande des Divergirens. Will ich die Art ihrer respektiven Elektrisirung finden, so dient dazu die Scheibe A, ob sie gleich elektrisirt ist, fast zu nichts: ihr Annähern macht keinen merklichen Eindruck auf die Kugeln; denn da sie isolirt sind, so kann die Dichtigkeit ihres elektrischen Fluidums sich nicht verändern. Aber seine ausdehnende Kraft ändert sich merklich; dieses zeigt sich, wenn man die Kugeln mit kleinen Elektrometern in verschiedenen Stellungen der Scheibe A. berührt: wenn man sie dem negativen Paar nähert, und in diesem Augenblicke seine Kugeln berührt,

so entfernen sie sich noch mehr; bringt man sie gegen das positive Paar, und berührt auch seine Kugeln, so fallen sie zurück, erheben sich hernach, und gehen alsdann in den negativen Zustand über.

## §. 364.

Ich bringe die Scheibe wieder in ihre vorige Lage, und lade die Scheibe A. von neuem. Wir wissen, daß die vordern Kugeln divergiren, weil sie negativ sind. Jedesmal wenn man sie berührt, geben sie einen eben so starken Funken, als jeder andre Theil ihrer Gruppe. Alsdann divergiren sie auch noch mehr, weil sie negativer geworden sind: und sie fahren fort zu divergiren, ob man sie gleich in Verbindung mit dem Boden durch kleine leitende Dräthe, die ihre Bewegung nicht hindern, hält. Wenn ich, im ersten Augenblicke, da ich sie oder jeden andern Theil der Gruppe berühre, meine Aufmerksamkeit auf die hintern Kugeln wende, so sehe ich sie erst fallen, hernach von neuem divergiren; weil sodann die gesammte Gruppe negativ geworden ist. In diesem Augenblick ist die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums aller Theile der Gruppe, auf einerley Grade mit der des elektrischen Fluidums im Boden: denn welchen Theil der Gruppe ich auch berühre, so ändre ich in seinem Zustande nichts: und dies muß so seyn, weil alle diese Theile in leitender Verbindung sind. Inzwischen divergiren die beyden Paare Kugeln, weil die gesammte Dichtigkeit des elektrischen Fluidums der Gruppe geringer ist, als die, des elektrischen Fluidums des Bodens und umgebenden Mittels: und eine divergirt mehr als die andre, weil dieser Unterschied der Dichtigkeit bey einer größer ist, als bey der andern.



Digitized by Google

§. 365.

Wenn ich noch größre Kugeln gebrauche, so kann man mit ihnen selbst sehr unterrichtende Versuche anstellen. Ich habe ein Paar von 2. Zollen im Durchmesser und etwa eine halbe Unze schwer, die ich an langen Stäbchen von überfirnißtem Glase auf die oben beschriebene Weise aufhänge: hier sind einige damit angestellte Versuche: Ich hänge sie an einem isolirenden Arm, in der Höhe des Mittelpunkts einer meiner Scheiben; hernach berühre ich beyde mit dem Knopfe einer, an dem Reibzeuge einer Elektrisirmaschine, schwach geladenen Flasche; hiedurch nimmt man ihnen etwas von ihrem elektrischen Fluidum, und sie divergiren als negativ. In diesem Zustande stelle ich ihnen eine stark positive Scheibe entgegen; und dennoch bleibt ihr Divergiren sichtlich einerley, als ob die Scheibe keinen Einfluß auf sie hätte. Wenn ich sie aber in diesem Zustande berühre, so offenbart sich dieser Einfluß; denn ob sie gleich negativ sind; so geben sie doch einen Funken, als ob sie positiv wären, und ihr Divergiren vermehrt sich. Die Gegenwart der Scheibe ändert in ihrem Divergiren nichts; weil dieses von der Menge ihres elektrischen Fluidums, nämlich von seiner Dichtigkeit abhängt: die Gegenwart der Scheibe nun, kann hierinn keine Aenderung hervorbringen, weil die Kugeln isolirt sind. Die Scheibe vermehrt aber die ausdehnende Kraft dieses Fluidums, indem sie hier fortleitendes Fluidum zusezt; so daß sie sogar die des elektrischen Fluidums im Boden übertrifft; weswegen ein Theil entweicht, wenn man diese Kugeln berührt: und alsdann vermehrt sich ihr Divergiren, weil die Dichtigkeit ihres elektrischen Fluidums abgenommen hat. In diesem Zustande ändert sich ihr Divergiren noch nicht merklich, man mag sie in Verbindung mit dem Boden in Gegen-

wart

wart der Scheibe setzen, oder die Scheibe, nachdem man die Verbindungen mit dem Boden aufgehoben hat, wegziehen. Im erstern Fall giebt die Gegenwart der Scheibe ihrem elektrischen Fluidum eine ausdehnende Kraft, welche der des Fluidums im Boden gleich ist; daher dieser ihren Zustand nicht verändern kann. Im zweyten Falle kann das Zurückziehen der Scheibe auf das Divergiren dieser Kugeln nichts vermögen, weil daraus keine Veränderung in der Dichtigkeit ihres Fluidums entspringt. Ich übergehe die Anführung kleiner Unregelmäßigkeiten, die sich bey diesen Phänomenen äußern, weil sie nur zu weitläuftige Erklärung verlangen, um sie auf das allgemeine Phänomen zurück zu bringen.

## §. 366.

Hier ist ein andres Phänomen bey diesen Kugeln, das mich anfangs irre machte. Wenn ich sie stark auf eine oder die andre Art elektrisirte, und ihnen alsdann die Scheibe, welche auch auf eine oder die andre Art elektrisirt war, entgegen hielt, so änderte sich ihr Divergiren nicht merklich. Ich habe schon davon die Ursache, unter einem allgemeinen Gesichtspunkte erklärt: da diese Kugeln isolirt sind, so bleibt die absolute Menge ihres elektrischen Fluidums dieselbe, die Scheibe mag nahe oder entfernt seyn; wenn man also nur den Gegenstand unter diesem Gesichtspunkt betrachtet, so muß ihr Divergiren auch dasselbe bleiben. Wenn ich indeß diese Kugeln in dem elektrischen Zustande des umgebenden Mittels und des Bodens ließ, und ihnen sodann, die auf eine oder die andre Art elektrisirte Scheibe entgegen hielt, so divergirten sie merklich. Dieser lezte Fall also verwirrte mich, weil die Menge ihres elektrischen Fluidums sich nicht mehr änderte, welches die Regel falsch machte. Ich fand aber hernach die Ursache dieser Aus-



Digitized by Google

nahme, oder vielmehr einen andern Ausdruck der allgemeinen Regel: ich theile darüber folgende Betrachtungen mit. Wie auch der elektrische Zustand der Kugeln beschaffen sey, so veranlaßt doch, die Gegenwart der auf eine oder die andre Art elektrisirten Scheibe, einigen Uebergang ihres elektrischen Fluidums, von jeder Halbkugel zur andern; weil die der Scheibe nahen Halbkugeln, am meisten ihren Einfluß erfahren. Wenn sie aber stark elektrisirt sind, so verändert kein Theil die Art seiner Elektrisirung, sondern nur dem Grade nach. Wenn sie z. B. positiv elektrisirt sind, und die Scheibe auch positiv ist; so geht ohne Zweifel ein Theil ihres elektrischen Fluidums von ihren vordern Halbkugeln in die hintern; aber ihre gesammte Oberfläche bleibt dennoch positiv: so dauert also ihr Bestreben zu divergiren durch dieselbe Ursache fort; und behält dieselbe gesammte Intensität, ob sie sich gleich in einigen Theilen ändert; weil die Summe dieses Bestrebens dieser Theile dieselbe bleibt. Wenn aber die Elektrisirung in einem Theile der Kugeln ihre Art ändert; wie es geschehen kann, wenn jene schwach ist, und immer geschieht, wenn sie anfangs null ist; so hat ihr Divergiren eine doppelte Ursache. Um von dem einfachsten Falle zu reden, nehme ich die Kugeln in dem elektrischen Zustande des umgebenden Mittels und des Bodens an, daß sie also keine Elektrisirung haben, und frey hängen. Wenn ich ihnen alsdann die elektrisirte Scheibe darbiete, so macht das Fortrücken eines Theils des elektrischen Fluidums, von einer Halbkugel zur andern, die eine positiv und die andre negativ: alsdann streben also die correspondirenden Halbkugeln sich zu entfernen und divergiren. Der allgemeine Satz ist also dieser: „Wenn zween isolirte Leiter neben einander gehängt sind, so kann die Gegenwart eines elektrisirten Körpers, sie weder divergiren machen, noch das Di-

ver-

vergiren, was sie schon hatten, vermehren, außer nur wenn dadurch die eine ihrer Seiten positiv, die andre negativ wird.

§. 367.

Diese Auflösung der Schwierigkeit ließ mir keinen Zweifel übrig; dennoch fand ich für gut, darüber folgende Versuche zu machen. Ich nahm 3 Paar Kugeln, die kleiner als die vorigen, und abgesondert isolirt waren, so daß ich sie nach Gefallen zusammen stellen und trennen konnte; und stellte sie erst vor einander (in Rücksicht der Scheibe) in wechselseitiger Berührung. Ich elektrisirte nun diese Kugeln stark, in Abwesenheit der Scheibe; dadurch divergirten sie. In diesem Zustand zwang ich sie, vermittelst eines seidnen Fadens, einander zu berühren, und näherte die elektrisirte Scheibe; hernach ließ ich sie frey. Das vordere Paar divergirte weniger als zuvor; das mittlere Paar divergirte etwa eben so, und das hintere mehr: dieses bewies die Erklärung, die ich von der merklichen Fortdauer desselben Divergirens der großen Kugeln im ersten Falle, gegeben habe. Ich brachte darauf die 6 Kugeln in den Zustand des umgebenden Mittels und des Bodens; dadurch hiengen sie in gegenseitiger Berührung frey: nun näherte ich die elektrisirte Scheibe. Alsdann divergirten das vordre und hintre Paar etwa gleich, und das mittlere blieb merklich in Ruhe: hiedurch fand sich die Erklärung des zweyten Falles der großen Kugeln auch bestätigt. Bey allen diesen Zuständen des Divergirens der Kugeln, geschahe, wenn ich sie in Gegenwart der Scheibe trennte, keine merkliche Veränderung, weder im Augenblicke dieser Trennung, noch durch die Wirkung der Scheibe auf die getrennten Theile; dieses bestätigt aufs neue das allgemeine System: denn jede also isolirte Kugel, enthält eine

 Menge

Menge von elektrischem Fluidum, die sich nicht verändern kann, wenn nicht das Fortrücken des elektrischen Fluidums so weit geht, daß dadurch die Art der Elektrisirung in einem Theile der Kugeln die Vermehrung oder Vermindrung der ausdehnenden Kraft dieses Fluidums ändert; und bleibt gegen das Divergiren gleichgültig.

## §. 368.

Ich will zum Beweise meines Satzes über die unmittelbare Ursache der elektrischen Bewegungen in den empfindlichen Körpern, nämlich über den Umstand, womit diese Bewegungen verbunden sind, nichts weiter zusetzen; wenn ich hier, wie ich thun könnte, die gleichartigen Beyspiele vermehrte: hier ist aber noch eines von einer andern Art. Ich habe oben gesagt, daß, obgleich ein elektrisirter Leiter nur mit Luft umgeben sey, die Dichtigkeit seines elektrischen Fluidums und dessen ausdehnende Kraft, nur dasselbe Verhältniß an seiner ganzen Oberfläche, wenn sie sphärisch ist, behalten; weil nur bey einem Körper von solcher Gestalt, alle Punkte der Oberfläche, der Luft dieselbe Menge fortleitenden Fluidums abtreten oder rauben. Folglich ist die ebne Gestalt, z. B. einer Scheibe, am wenigsten geschickt, die Gleichheit dieses Verhältnisses hervorzubringen, weil die Rände einer Scheibe, nur von einer Seite Unterstützung haben, die umgebende Luft zu modificiren; da die innern Theile rund herum mehr oder weniger unterstüzt sind. Wenn man also eine Scheibe ladet, so wird die ausdehnende Kraft ihres elektrischen Fluidums, zwar eine gleiche Vermehrung in ihrer ganzen Ausdehnung erhalten (wie es dem ganzen Leiter widerfährt); aber seine Dichtigkeit wird einem andern Gesetze folgen: sie wird sich nur wenig im Mittelpunkte, der von allen

umge-

umgebenden Theilen um die benachbarte Luft zu modificiren unterstüzt ist, vermehren müssen; und sie wird von diesem Punkte nach dem Umfange zu, fortfahren müssen, sich zu vermehren; weil die entgegengesezte Ursache, in demselben Sinne zunimmt. Dies war der Schluß aus den oben bestimmten Grundsäzen über die Vertheilung des elektrischen Fluidums, sowohl unter die angränzenden Leiter, als unter die verschiedenen Theile derselben Leiter; welcher Schluß sich nach der Ursache, die ich den elektrischen Bewegungen beylegte, durch diese Bewegungen offenbaren mußte, wenn mein System in diesem Betracht richtig war: ich suchte es also durch diesen Weg den Versuchen zu unterwerfen.

## §. 369.

Es giebt noch eine Klasse von Versuchen, der ich viele Zeit widmete, wegen der merkwürdigen Abwechslung der Phänomene, die sie darbietet; ich will aber nur die vorzüglichsten anführen. Um zuerst die Verschiedenheit in der Dichtigkeit des elektrischen Fluidums, in den verschiedenen Theilen einer geladenen Scheibe auszumachen; bohrte ich zwey Löcher einen halben Zoll im Durchmesser, eines im Mittelpunkte, das andre am Rande, einer Scheibe. Hernach machte ich zwo kleine metallene Scheiben, die ohne große Mühe genau in diese Löcher passen, und befestigte diese kleinen runden Bleche mit weichem Wachs, an dem Ende zweyer Stäbchen von überfirnißtem Glase, welche von isolirenden Füßen getragen wurden, so daß ich sie in diese Löcher bringen (damit sie einen Theil der Scheibe ausmachen möchten) und nach Gefallen herausziehen konnte. Indem ich sie nun an die Scheibe befestigt habe, lade ich diese, und trenne sie darauf davon; und untersuche dann ihren elektrischen Zustand, vermittelst eines kleinen Elektrometers,

wovon ich die Beschreibung geben will. Das Blech vom Rande nun, giebt immer merkliche Zeichen von Elektrisirung, das, aus dem Mittelpunkte fast niemals. Es folgt also aus diesem ersten Versuch, daß der Mittelpunkt von den umgebenden Theilen, unmittelbar oder vermittelst der Luft, fortleitendes Fluidum bekömmt; statt es der Luft abzutreten: wodurch sein eignes elektrisches Fluidum genug ausdehnende Kraft erhält, daß es, ohne merkliche Vermehrung seiner Menge, mit dem in der übrigen Scheibe, sich ins Gleichgewicht sezt, obgleich die Menge dieses Fluidums in den andern Theilen mehr oder weniger zugenommen hat. Man kann denselben Versuch machen, ohne die Scheibe zu durchbohren; wenn man sehr dünne kleine Bleche gebraucht, und sie sehr genau damit in Berührung bringt: aber alsdann muß man sie weniger laden; denn je dünner die Bleche sind, desto weniger können sie die Ladung behalten; und sind sie es nicht, oder giebt man ihnen Ränder, so laden sie sich ein wenig im Mittelpunkte der Scheibe, da er aus ihrer Oberfläche hervorsteht.

## §. 370.

Indem ich also die Unterschiede in der Dichtigkeit des elektrischen Fluidums in derselben Scheibe; obgleich seine ausdehnende Kraft hier immer einförmig bleibt, bestimmt hatte; so kam es darauf an, zu wissen, ob die Bewegungen der freyen Körper hier nur der Ursache der erstern folgten, wie ich es in den vorigen Fällen gefunden hatte. Ich gebrauchte bey dieser Prüfung dieselben kleinen Bleche, die mir bey der erstern gedient hatten. Zu dieser Absicht befestigte ich sie mit weichem Wachs, an dem Ende sehr dünner Stäbchen von überfirnißtem Glase, in der Lage, worinn die Linsen an den Uhrpendeln sind, und mit einem Stücke von sehr schma-

schmalem Bande, das ich auf dieselbe Art an das andre Ende der Stäbchen befestigte, hieng ich sie im Charnier an meine isolirende Arme. Alles dieses war so eingerichtet, daß die kleinen Bleche frey vor der Scheibe hiengen, indem sie hier genau anpaßten, welches man leicht durch die Weichheit des Wachses bewirkt. Vermittelst meiner abgesonderten Stützen, konnte ich diese kleinen Bleche, gegen jeden Theil des Horizontal-Durchmessers der Scheibe bringen; und bey einem Versuche stellte ich verschiedene längst einem Halbmesser, hernach lud ich die Scheibe. Das Diverairen dieser Bleche folgte genau dem, in Absicht der Dichtigkeiten gefundenen Gesetze: das Blech im Mittelpunkte machte keine merkliche Bewegung, und die andern entfernten sich immer mehr, nach Verhältniß wie sie dem Rande näher waren. In diesem Zustande entfernte ich sie von der Scheibe, und fand sie nach Verhältniß der Entfernung, die sie erlitten hatten, geladen. Ich habe diesen Versuch auf viele Art wiederholt, und immer dasselbe Resultat bekommen: damit er aber glücke, muß man meistens, vermittelst eines Stäbchens von überfirnißtem Glase die Bleche zwingen, die Scheibe zu berühren: denn es ereignet sich gewöhnlich, daß sie sich davon entfernen, ehe sie die ganze Ladung, die der Theil der Scheibe dem sie zukommen, empfängt, erhalten haben; dieses macht, daß sie sich weniger entfernen: diese Sorgfalt ist aber bey dem Bleche im Mittelpunkte gleichgültig.

## §. 371.

Ich habe auf eine andre Art die Ursache dieser Unbeweglichkeit des Blechs im Mittelpunkte merklich gemacht, indem ich der Wirkung von dieser Ursache, durch den Einfluß eines negativen Körpers das Gleichgewicht hielt. Dies war eine kleine Scheibe mit einem Rande,

einen Zoll im Durchmesser, welche dem Mittelpunkte der großen auf 2 Zolle weit entgegen gehalten wurde, indem ich sie an dem Ende eines isolirenden Arms befestigte. Die große Scheibe war geladen, und das Blech im Mittelpunkte, vermittelst des nicht leitenden Stäbchens gegen sie gestützt, ich berührte die kleine, und ließ darauf das Blech frey: und nun entfernte es sich merklich. In dieser Lage der kleinen Scheibe, welche am geschicktesten ist, um fortleitendes Fluidum von der andern aufzunehmen; erlitt ihr elektrisches Fluidum eine merkliche Vermehrung seiner ausdehnenden Kraft. Wenn ich sie also berührte, entwich ein Theil ihres elektrischen Fluidums in den Boden, und sie wurde negativ. Nun fehlte es ihr an fortleitendem Fluidum, und der Mittelpunkt der Scheibe; so wie die benachbarte Luft, gaben es ihr: dadurch verlor das elektrische Fluidum von diesem Theile der großen Scheibe, den Ueberschuß an ausdehnender Kraft, wodurch es dem benachbarten Fluidum widerstand, und erhielt eine größere Dichtigkeit. Wegen dieser Veränderung entfernte sich alsdann das Blech im Mittelpunkte davon; und da es mir, bey Wiederholung des Versuchs glückte, dieses Blech von der großen Scheibe zu entfernen, ohne daß es die kleine (nach der es stark hin strebte) berührte, so fand ich es geladen.

## §. 372.

Ich glaube also bewiesen zu haben: „daß die positiven und negativen Zustände, deren verschiedene Verbindungen die merkbaren Umstände abgeben, womit die elektrischen Bewegungen verknüpft sind, nur die Dichtigkeit des elektrischen Fluidums, und nicht seine ausdehnende Kraft betreffen. Und weil die Dichtigkeit dieses Fluidums auf die Menge seiner elektrischen Mate-

Materie ankömmt; so wie die Dichtigkeit der Wasserdünste auf die Menge des Wassers (indem die respektiven fortleitenden Flüssigkeiten, nur auf den Grad der ausdehnenden Kraft, den diese beyden Dünste bey derselben Dichtigkeit ausüben, Einfluß haben) so glaube ich endlich aus allen diesen Versuchen schließen zu können: " daß allein der elektrischen Materie die elektrischen Bewegungen zugeschrieben werden können. Ich will nunmehr erklären, wie die Luft dazu beyträgt, die in diesem Betracht, bey den sensiblen Körpern beobachteten Gesetze zu bestimmen.

§. 373.

Ich will zuerst hier an das Gesetz erinnern, dem die elektrische Materie in ihrem Hange folgt, nämlich: „daß sie sich gegen alle Substanzen hinneigt, nach Verhältniß wie sie desselben beraubt sind, und in einigem umgekehrten Verhältniß ihrer Entfernungen, und daß gegenseitig, die Substanzen, welche davon weniger besitzen, sich zu denen, welche mehr haben, hinneigen." (Ich übergehe hier, die Verschiedenheiten, welche aus dem Unterschiede, der leitenden und nicht leitenden Substanzen entspringen). Die atmosphärischen Flüssigkeiten sind durch die Thatsache mit unter die Substanzen eingeschlossen, welche dies Verhältniß gegen die elektrische Materie haben; weil dadurch allein ein Null in der Elektrisirung existirt, in welchem Zustande sich keine elektrische Bewegung ereignet. Dieses Null, welches absolut ist, ist der Punkt, wo die sensiblen Körper, eine, mit dem umgebenden Mittel verhältnißmäßige Menge elektrischer Materie besitzen. Alsdann befindet sich die elektrische Materie, unter den benachbarten Körpern, die umgebenden mit darunter begriffen, im Gleichgewicht, und strebt nach keiner Bewegung.

gung. Ich sage, in Vergleichung mit dem umgebenden Mittel, sind die positiven und negativen Zustände in den sensiblen Körpern vorhanden, und wenn einer dieser Zustände, zween Körpern gemein ist, so streben sie sich von einander zu entfernen. Denn ohne Einfluß des umgebenden Mittels, würde, welche absolute Menge an elektrischer Materie auch zween Körper besitzen, sobald sie hier in verhältnißmäßiger Menge wäre, sie hier keine Bewegung verursachen.

§. 374.

Man zieht gewöhnlich das Null der Elektrisirung auf den elektrischen Zustand des Bodens, weil man die Körper im Augenblick zu diesem Zustand bringen kann, indem man sie mit dem Boden in Verbindung bringt; und weil gewöhnlich das Mittel, worinn man beobachtet, da es dem Boden nahe ist, diesen Zustand erhält. Inzwischen kann es kommen, daß ihre Zustände verschieden sind; und wenn man hierauf nicht achtet, so kann man in Betracht der Theorie der elektrischen Bewegungen in Irrthum gerathen. Die Wirkung einer Elektrisirmaschine kann das Verhältniß dieser Zustände verändern, indem sie merklich das umgebende Mittel modificirt. Der Boden, welcher bey dieser Wirkung mit beschäfftigt ist, ist ein so ungeheurer Leiter, daß alle Modifikationen, die er durch eine Elektrisirmaschine erleiden kann, eben so viel Aendrung hervorbringen, als der Stand des Oceans sich ändert, wenn man etwas Wasser herausschöpft, oder hinein gießt. Mit dem umgebenden Mittel verhält sichs aber nicht eben so: seine mehr oder weniger nicht leitende Fähigkeit, giebt immer den theilweisen Veränderungen, die es in seinem elektrischen Zustand erleidet, einige Dauer. So werden z. B. die Luft und die leitenden Dünste, welche eine

Elek-

Elektrisirmaschine umgeben, elektrisches Fluidum erhalten, wenn das Reibzeug dieser Maschine mit dem Boden in Verbindung ist; weil das elektrische Fluidum, welches also aus dem Boden in das Reibzeug tritt, durch den ersten Leiter in das Mittel gebracht werden wird. Das Mittel wird hingegen elektrisches Fluidum verlieren, wenn der erste Leiter der Maschine mit dem Boden in Verbindung ist, weil alsdann im Gegentheil das Reibzeug ihm dergleichen rauben, und dem Boden mittheilen wird. In diesen beyden Fällen, wird ein Paar in dem Mittel aufgehängter Kugeln, das anfangs in Ruhe ist, als ob es einerley elektrischen Zustand mit ihm besäße, divergiren, wenn man es berührt: vorzüglich wenn die Luft mit vielen leitenden Dünsten oder mit Dampf vermischt ist; weil die Maschine alsdann, in einem oder andern Zustande stärker, und auf eine größre Entfernung dies Mittel modificiren wird. Indessen treten diese Fälle, welche anfangs Ausnahmen von der allgemeinen Theorie zu seyn scheinen, in sie hinein, wenn man sie gehörig versteht. Nach dieser Theorie ist das Null der Elektrisirung sensibler Körper, jeder Zeit der wirkliche elektrische Zustand des umgebenden Mittels, wie auch dieser Zustand in Vergleichung mit dem Boden beschaffen sey. Denn bloß in diesem Falle (durch welche Ursache er auch hervorgebracht sey) streben weder diese Körper, noch die Theilchen des Mittels sich zu bewegen, indem sie in elektrischem Gleichgewicht sind. Wenn also in den obigen Fällen, die Kugeln divergiren, da man sie in Verbindung mit dem Boden bringt, so geschieht es, weil man sie eben so in der That elektrisirt, als ob man sie auf gewöhnliche Art, aus dem elektrischen Zustand des Mittels gezogen hätte. Bey dem also, was ich von der Ursache der elektrischen Bewegungen sensibler Körper sagen werde, will ich nur das Verhältniß ihres

res elektrischen Zustandes mit dem umgebenden Mittel betrachten.

§. 375.

Ich will zuerst folgende Grundsätze festsetzen; 1. Wenn ein in seinem Mittel isolirter Körper elektrisirt wird, so elektrisirt er mit derselben Elektrizität, die Theilchen des Mittels, die ihn nach und nach berühren: dieses beweist die mehr oder weniger schnelle Rückkehr dieses Körpers zu dem elektrischen Zustande des Mittels. (§. 338.) 2. Sobald die Theilchen des Mittels, welche mit diesem Körper in Berührung gekommen sind, seinen elektrischen Zustand erhalten haben, so streben sie mehr nach den Theilchen, welche ihren Zustand nicht verändert haben, als gegen ihn, und entfernen sich folglich von ihm: dieses beweist der Wind, der vor den Spitzen sich befindet, welche am ersten Leiter oder am Reibzeuge einer bewegten Elektrisirmaschine befestigt sind: dieser Wind wird durch die Schnelligkeit verursacht, womit eine Spitze den Lufttheilchen elektrisches Fluidum nimmt, oder mittheilt (§. 301.), und durch den Hang der elektrischen Materie zu Substanzen, welche weniger besitzen, und dieser leztern gegen jene (§. 354.). 3. Endlich bewegen sich gegenseitig die freyen elektrisirten Körper, gegen diejenigen Theile des Mittels, welche sie am wenigsten zu ihrem elektrischen Zustande bringen können: dieses entspringt schon aus denselben Gesetzen, ich habe es aber noch mehr durch folgenden Versuch bestätigt.

§. 376.

Ich habe einen langen sehr dünnen metallenen Drath an den ersten Leiter einer Elektrisirmaschine befestiget, und einen andern ähnlichen Drath an ihrem

Reib=

Reibzeuge; indem ich diese Dräthe an seidenen Schnüren hielt, auf denen sie sich durch den geringsten Stoß bewegen konnten. Sobald ich die Maschine drehte, und der Wind an dem Ende beyder Dräthe entstand, erlitten sie ein beträchtliches Zurückweichen, das so lange dauerte, als ich die Maschine drehte. Dieses Zurückweichen rührt von derselben Ursache mit dem Winde her. Die Luft, welche ohne Aufhören von dem Ende dieser Dräthe ausfährt, hat denselben elektrischen Zustand mit diesem Ende angenommen: es verhält sich aber nicht so mit der, welche die Dräthe nach ihrer Länge umgiebt; diese bekömmt fortleitendes Fluidum von dem positiven Drathe, und verliert es mit dem negativen, und kann in ihrer Menge an elektrischer Materie nicht so stark modificirt werden, als die welche das Ende der Dräthe berührt. Diese nun erneuert sich ohne Aufhören, und bildet also eine Masse Luft, die dem Gleichgewicht der elektrischen Materie mit dem Ende der Dräthe näher ist als die Luft, die sie nach ihrer Länge umgiebt. Folglich muß sich dieses Ende nach dieser leztern Luft hinbewegen, und daher entsteht die Bewegung von dieser Seite. Ich kann also aus den obigen 3 Grundsätzen folgendes allgemeine Gesetz herleiten: „Sobald die Luft welche einen freyen Körper umgiebt, mit seinem elektrischen Zustande, auf einer seiner Seiten mehr überein kömmt, als auf der entgegengesezten, woher auch dieser Unterschied rühren möge, so bewegt sich der Körper gegen die Luft, welche am meisten von seinem Zustande verschieden ist."

## §. 377.

Ich nehme jezt an, daß zween freye Körper, neben einander, und noch unbeweglich, weil sie in demselben elektrischen Zustande mit dem umgebenden Mittel



Digitized by Google

sind, eine gleiche Menge elektrischen Fluidums erhalten oder verlieren. Diese bey ihnen allein betrachtete Verändrung des Z standes, könnte keine Ursache der Bewegung seyn, weil diese Körper, was die Menge der elektrischen Materie betrifft, immer im Gleichgewichte bleiben: wenn man sie aber als von Luft umgeben ansieht, so findet man sodann eine Ursache der Bewegung. Die Lufttheilchen, welche die Seiten berühren, die sie einander gegenseitig zukehren, haben eine doppelte Ursache der Modifikation, weil diese beyden Seiten dazu beytragen: diese Theilchen empfangen oder verlieren also doppelt, elektrische Materie; anstatt daß die Lufttheilchen, welche an ihren entgegengesezten Seiten anstoßen, hier nur durch jede dieser Seiten abgesondert modificirt werden. Der Zustand eines jeden dieser beyden Körper ist also dieser: Auf einer seiner Seiten befindet sich der andre Körper und die Luft dazwischen; wovon jener in demselben elektrischen Zustande mit ihm ist, und die andre sehr nahe dabey; unterdeß auf der entgegengesezten Seite die Luft nur schwach durch ihn selbst modificirt wird: folglich strebt jeder Körper mehr gegen diese äußre Seite, als gegen die innre, und dadurch entfernen sie sich von einander. In dem Falle, wo die beyden Körper aus dem Zustande des umgebenden Mittels auf entgegengesezte Art gezogen werden, haben sie unmittelbar in sich selbst eine Ursache der Bewegung; nämlich den Mangel des Gleichgewichts der elektrischen Materie unter ihnen: die Luft sezt hier aber eine neue Ursache hinzu, denn jeder der beyden Körper, modificirt sie auf der äußern Seite, nach seinem besondern Zustande; statt daß auf der innern einer die Wirkung des andern zerstört: daher streben sie um so weniger sich gegen die auswendige Luft zu bewegen, und um so viel mehr gegen die innere; dieses vermehrt ihren

Hang

Hang gegen einander, und sie nähern sich. Ist in beyden Fällen, nur ein Körper frey, so bewegt er sich allein. So bringt also der Hang, den ich der elektrischen Materie beygelegt habe, die bekannten Gesetze der elektrischen Bewegungen hervor.

§. 378.

Ich habe bisher nur von zween Fällen der Elektrisirung geredet, welche Bewegung bey den freyen Körpern hervorbrächten: der eine ist, wo beyde benachbarte Körper auf dieselbe Art aus dem elektrischen Zustand des Mittels gezogen werden; und der andre, wo sie es durch entgegengesezte Arten werden. Indessen giebt es noch einen dritten Fall; wo nämlich der eine Körper allein elektrisirt ist, und der andre also im Zustande des Mittels verbleibt; und die Frage ist sehr natürlich, was sich in diesem Falle ereigne. Die Theorie sagt, daß sie sich schwach gegen einander bewegen müssen. Sie müssen sich auf diese Art bewegen, weil die elektrische Materie unter ihnen nicht im Gleichgewichte ist, und die Luft, indem sie denselben Zustand um den elektrisirten Körper umher annimmt, nichts in der Ursache ihres unmittelbaren Hanges ändert: aber eben dadurch, daß in diesem Falle, die Luft nichts zu dem unmittelbaren Hange der beyden Körper zusezt, kann dieser Hang nur schwach seyn. Dies folgt, sage ich, aus der Theorie: aber in der Ausführung, wenn es leitende Körper betrifft, zeigt sich dieser Fall niemals: der Körper, den man in dem Zustande des Mittels gelassen hat, bleibt hierinn zwar insgesammt, er verändert den Zustand aber, auf entgegengesezte Arten, an seinen beyden entgegengesezten Oberflächen, sobald er in der Nähe des elektrisirten Körpers sich befindet; und er bewegt sich alsdann, weil sein Theil, der diesem Körper am nächsten ist, sich mehr bestrebt ihm

sich zu nähern, als der entgegengesezte Theil sich davon zu entfernen. Es ist dieses ein merkwürdiges Phänomen, daher ich es mit einigen Beyspielen festsetzen will.

## §. 379.

Da es hier allein an seidnen Fäden aufgehängte Körper betrifft, so muß ich erst die Art anzeigen, wie ich dies bewerkstellige, denn sie ist nicht gleichgültig. Wenn man einen Körper bloß an einem Faden aufhängt, so dreht er sich lange Zeit, und wendet also allmählig einem andern Körper, der seinen Ort nicht ändert, alle seine Seiten zu: hier kömmt es aber darauf an zu wissen, was an den verschiedenen Seiten des aufgehängten Körpers vorgeht. Wenn dieser Körper z. B. eine Scheibe ist; so verhindert dies Herumdrehen jeden Versuch dieser Art; denn sobald der Parallelismus der beyden Körper zerstört ist, so hat man statt dünner Körper, mit denen man arbeiten wollte, nur mehr oder weniger dicke. Bey einem einzigen Faden können sich auch die Körper seitwärts bewegen, und wenn sie sehr leicht sind, so werfen sie sich immer von einer Seite zur andern, weil es fast unmöglich ist, sie so central und mit einander parallel zu stellen, daß sie nicht mehrern Hang hätten, sich nach einer Seite zu bewegen, als auf die andre; und sobald die Körper anfangen, diesem Hange nachzugeben, so verändert das Verrücken des elektrischen Fluidums in ihrer Breite den Fall, und veranlaßt verwirrte Bewegungen. Man muß also alle diese zufälligen Bewegungen verhindern, sonst kann man nichts sicheres beobachten. Ich habe sie verhindert, indem ich statt an einem, an zween Fäden, alle Körper aufhieng, mit denen ich dergleichen Versuche anstellte, und zwar auf folgende Art: Ich gebrauchte gewöhnlich seidne Fäden 3 Fuß lang, die an den beyden Enden eines gläsernen Stäb-

chens

chens von 2 Fuß Länge, so daß sie die Gestalt eines V bildeten, befestigt waren; dies verhindert die laterale Bewegung: und was das Herumdrehen betrifft, so befestigte ich die beyden Fäden nicht am Zenith, der (sphärischen oder kreisförmigen) Körper, sondern etwa 45° weit von diesem Punkt, von einer und der andern Seite, welches in den meisten Fällen hinlänglich war; zuweilen mußte ich aber noch andre Mittel gebrauchen, die ich anzeigen werde. Ich werde also in den folgenden Versuchen annehmen, daß die einander entgegen gehaltenen Körper, sich nur nach vorne und hinten bewegen können, und daß ihre horizontalen Schritte immer parallel bleiben.

## §. 380.

In allen Versuchen über die elektrischen Bewegungen freyer Körper, habe ich den Gebrauch großer Körper sehr nützlich gefunden, weil man die Veränderungen bestimmen konute, die sie in ihrem elektrischen Zustande litten, indem man bey ihnen Elektrometer anbrachte. Wie ich also durch Erfahrung ausmachen wollte, was den freyen Körpern begegnete, die in dem Zustand des umgebenden Mittels geblieben sind; so dachte ich an diese Scheiben, wovon ich schon oft gesprochen habe, die etwa 8 Zoll im Durchmesser halten; da ich schon nach dem P. Beccaria vorher wußte, daß die Körper an ihren gegenüberstehenden Seiten entgegengesezte Veränderungen erlitten, und ich deswegen dünne Körper gebrauchen wollte. Eine Scheibe von derselben Größe, auf einem isolirenden Fuße, war der elektrisirte Körper; ich will ihn A nennen, und immer positiv annehmen. Die andern Scheiben, welche auf die beschriebene Art aufgehängt sind, werden immer in dem elektrischen Zustand des Mittels gelassen werden.

## §. 381.

Bey einem ersten Versuche, hieng ich eine dieser Scheiben, einen Zoll weit von der Scheibe A; und sobald diese geladen war, machte die andre eine kleine Bewegung gegen sie. Diese Bewegung konnte nur von der oben erklärten (§. 381) einfachen Ursache herrühren; indessen begriff ich auch leicht, daß, da die Seite der freyen Scheibe, welche nach der Seite der Scheibe A, gedreht war, dieser näher lag als die entgegengesezte, etwas elektrisches Fluidum von der erstern nach dieser gegangen seyn konnte: ich wollte daher finden, bis auf welchen Punkt dies auf die Bewegung der Scheibe Einfluß hätte. In dieser Absicht wiederholte ich den Versuch mit einer doppelten Scheibe, deren Seiten daher abgesondert werden konnten: zuerst machte ich aber nur aus beyden eine einfache Scheibe, indem ich sie mit ihren Seiten ohne Rand, gegen einander befestigte, und sie an demselben Seidenfaden aufhieng. Diese doppelte Scheibe als ein dickrer Körper, wie die einfache, machte etwas mehr Bewegung gegen die Scheibe A; dieses bestätigte schon ein merkliches Verrücken des elektrischen Fluidums von einer Seite zu andern, ich machte es aber hernach auf folgende Art deutlich.

## §. 382.

Ich hieng die beyden Scheiben an besondren Seidenfäden, jedoch so, daß ihre beyden Oberflächen ohne Rand, sich wie zuvor berührten. Ein andrer seidener Faden, der an die hintre Scheibe (in Beziehung auf die Scheibe A) befestigt war, diente mir dazu, sie von der andern zu entfernen, wenn ich es nöthig hatte, und sie in diesem Zustande anzuhalten, indem ich das andre Ende des Fadens irgendwo anknüpfte. In meinem ersten Ver-

suche

suche gab ich der Scheibe A. mit einer Leidnerflasche einen Funken, wodurch die beyden aufgehängten Scheiben sich plötzlich von einander trennten; die vordre Scheibe schlug an die Scheibe A, und die andre entfernte sich davon; aber sogleich kam diese vordre Scheibe zurück, erreichte die andre und berührte sie, und sie blieben sodann von einander, und der Scheibe A entfernt. Dieses ist ein vorläufiger Beweis von dem Fortrücken des elektrischen Fluidums von der vordern Seite eines Körpers nach der hintern, der jedoch nicht dicker war, als zwo Eisenblech Platten, die einander berührten; und wovon also die erste hinlänglich negativ wurde, um stark gegen die Scheibe A zu fahren, sich hier zu laden, und hinlänglich weit zurück zu kehren, um die hintere Scheibe, die sich schon aus derselben Ursache entfernte, zu erreichen. Um mich darauf unmittelbar zu überzeugen, daß dieser negative Zustand in der That bey der vordern Scheibe hervorgebracht sey, brachte ich die Scheiben in ihren vorigen Zustand, und lud stuffenweise die Scheibe A (nach einer Methode, die ich anzeigen will, weil sie bey vielen Versuchen nothwendig ist); und sobald sich ein erstes kleines Entfernen bey den beyden aufgehängten Scheiben zeigte, zog ich, vermittelst des erwähnten Fadens, die hintre Scheibe zurück, und befestigte sie in diesem Zustande: hernach zog ich auch die Scheibe A weg; und indem ich die beyden andern in Verbindung mit Elektrometern brachte, fand ich in der That, daß die vordre Scheibe negativ geworden war, und die hintre indemselben Grade positiv.

§. 383.

Ich hieng darauf diese beyden Scheiben einige Zolle von einander, und von der Scheibe A. auf, und stellte kleine Arme von überfirnißtem Glase neben beyde zur

 Seite,

Seite, um ihren Stand im Anfang des Versuchs zu bemerken: hernach lud ich die Scheibe A auf einen gewissen Grad, den ihr Elektrometer anzeigte. Die beyden aufgehängten Scheiben machten beyde eine Bewegung nach vorne, aber so wenig, daß man es ohne den Index (nämlich die gläsernen Arme) nicht bemerkt hätte. Ich brachte darauf zwischen sie eine augenblickliche Verbindung, durch ein Mittel, das ich anzeigen werde. Sogleich bewegten sie sich merklich auf entgegengesezte Weise, aber die vordre Scheibe mehr nach vorne, als die hintre auf die entgegenstehende Art. Da ich den Unterschied dieser respektiven Größen bemerkt, und einen gläsernen Arm vorn auf den Punkt gestellt hatte, wo die vordre Scheibe würde hingekommen seyn, indem ich von ihrer eignen Bewegung diejenige, welche die andre auf entgegengesezte Art gemacht hatte, abzog; band ich beyde an zween dünnen metallenen Dräthen, die oben und unten an ihre Rände durch kleine Löcher geknüpft waren: hernach lud ich die Scheibe A zu demselben Grade, wie vorhin. Nun giengen die beyden Scheiben zusammen vorwärts, und die vordre Scheibe erreichte merklich den dritten gläsernen Arm. In diesem Augenblick nahm ich die beyden metallenen Dräthe weg, welche nur lose saßen, indem ich mit einem Stabe von überfirnißtem Glase daran schlug, und die beyden Scheiben nahmen wieder die Lage an, die sie im vorigen Versuche hatten. Ich habe diese Versuche mit allen Arten von aufgehängten Körpern wiederholt, und fand unter allen Veränderungen, welche von den Umständen herrührten, dieselben Gesetze, ich will aber nur noch einen Versuch von dieser Klasse erzählen.

§. 384.

§. 384.

Da ich das Annähern der beyden Oberflächen einer freyen Scheibe, die ich in dem Zustande des Mittels ließ, und der ich eine geladene Scheibe entgegen hielt, soweit als möglich treiben wollte; gebrauchte ich dazu Scheiben von Messing, die nur einen Zoll im Durchmesser hatten; die eine vertrat die Stelle der Scheibe A. in den vorigen Versuchen, und hatte einen Rand, damit sie mehr Ladung an sich hielte; die andern waren ohne Rand, damit kein dicker Theil da sey, wo das elektrische Fluidum merklich verrückt werden könnte. Die eine von diesen war schon sehr dünn, aber die beyden andern noch mehr, und zusammen gelegt hatten sie mit jener gleiche Dicke. Diese kleinen, sehr flachen Scheiben, waren wie die großen aufgehängt, aber mit solchen Seidenfäden, wie der Seidenwurm sie spinnt. Ohngeachtet des vortheilhaften Aufhängens mit doppelten Fäden, um die aufgehängten Körper zu nöthigen, sich nach einer gewissen Richtung zu bewegen, neigten sich diese immer vor die kleine Scheibe A, und strebten sich ihr durch einen ihrer Ränder zu nähern, so daß ich dies, durch sehr dünne Stäbchen von überfirnißtem Glase verhindern mußte, die sie von hinten an den beyden Enden ihres horizontalen Durchmessers berührten. Um die kleine Scheibe A auf einen bekannten Grad zu laden, brachte ich sie mit ihrem Rande, mit dem Rande einer großen Scheibe, die ihr Elektrometer hatte, in Berührung. Dieses Mittel habe ich immer gebraucht, um kleine Körper auf einen bekannten Grad zu laden, welches in vielen Versuchen durchaus nothwendig ist. Wie ich also zuerst diejenige von den kleinen Scheiben, welche am wenigsten dünn war, aufgehängt hatte, lud ich die Scheibe A, und näherte sie der andern, so central und parallel als möglich. Als sie etwa einen halben Zoll von der freyen Schei-

be war, fieng diese an sich gegen sie zu bewegen, sie blieb aber etwa eine Linie vor den Glasstäbchen. Ich hieng darauf die beyden dünnern Scheiben mit einander in Berührung auf, und brachte die kleine Scheibe A auf dieselbe Weite, nachdem ich sie aufs neue zu demselben Grade geladen hatte: alsdann verließ die vordre Scheibe die andre, und bewegte sich über 2 Linien; und indem ich langsam die Stäbchen wegzog, folgte ihr die hintre Scheibe, etwa bis auf eine Weite von einer Linie nach.

## §. 385.

Dies ist also das Faktum, in Betracht der leitenden Körper, die sich frey bewegen können, und in dem Zustande des umgebenden Mittels gelassen sind: sie streben zu den elektrisirten Körpern; aber dies geschieht nicht, als ob sie in dem Zustande des Mittels verblieben; sondern weil ihre vordre Oberfläche, welche einen, dem Zustande des elektrisirten Körpers entgegengesezten, annimmt, ihnen näher ist, als die gegenüberstehende Oberfläche, welche denselben Zustand mit diesem Körper annimmt; und weil also die erstre mehr strebt, sich ihm zu nähern, als die leztre sich zu entfernen. Indeß ist keine Ursache da zu zweifeln, daß die Körper, welche absolut in dem Zustande des umgebenden Mittels bleiben, sich nicht durch die oben erklärte Ursache bewegen sollten; und ich habe den Beweis für das Daseyn dieser Ursache, durch sehr leichte Kugeln von überfirnißtem Glase geführt, wovon man nicht leicht vermuthen kann, daß der Einfluß eines elektrisirten Körpers das elektrische Fluidum hier stark verrücke, und welche sich dennoch gegen diesen Körper bewegen, ob man sie gleich sorgfältig in den Zustand des Mittels zurück bringt, indem man sie hinlänglich erwärmt, um die Elektrisirung zu zerstören, welche das Reiben hier könnte hervorgebracht haben. Ich habe

Digitized by Google

habe viele Versuche mit diesen Kugeln gemacht, und bey der Verschiedenheit ihrer Resultate nach den Umständen, haben sie dieselbe Theorie bestätigt. Es würde zu weitläuftig und wenig nützlich seyn, sie hier zu erzählen; ich gehe daher zum Elektrometer über, dessen ich schon so oft gedacht habe, ohne es hinlänglich zu erklären.

## Achter Abschnitt.

### Vom Elektrometer.

§. 386.

Ich habe in dem vorlezten Abschnitte bewiesen, daß die freyen Körper sich elektrisch bewegen, durch ein Bestreben der elektrischen Materie sich von Körpern, welche mehr enthalten, zu denen die weniger haben, nach gewissen Gesetzen hin zu begeben: und im vorigen Abschnitte habe ich erklärt, wie das umgebende Mittel dieser Körper, indem es diese ersten Gesetze modificirt, die bekannten Gesetze der elektrischen Bewegungen in den sensiblen Körpern hervorbringt. Bey allen diesen haben wir die Wirkung einer bestimmten Ursache gesehen; die nach gewissen Graden der Energie, den Umständen gemäß wirkte: und diese Grade, haben sich durch das Divergiren gewisser Pendel offenbart. Wenn man also genau Pendel bestimmt, auf welche man die Ursache der elektrischen Bewegungen wirken läßt, so werden die Winkel, welche sie mit der Perpendikularlinie machen, oder die verschiedenen Grade ihres Divergirens, ein vergleichbares Maaß der Grade der Energie dieser Ursache angeben.



Digitized by Google

Dieses ist der Grundtheil meines Elektrometers, das also in Kugeln von einer gewissen Substanz, von einem gewissen Durchmesser, von einem gewissen Gewicht besteht, welche Pendel von einer gewissen Länge bilden, die auf eine gewisse Art aufgehängt sind: daher alle Paare solcher Kugeln, die bloß in leitende Verbindung unter sich auf dieselbe Entfernung von einander gesezt, und gemeinschaftlich elektrisirt sind, nothwendig um dieselbe Größe divergiren müssen. Da nun alle diese Bestimmungen bloß mechanisch sind, so ist es leicht hiebey übereinzukommen. Aber dies ist noch kein Elektrometer, oder zum wenigsten ist es ein sehr eingeschränktes, denn das Divergiren dieser Kugeln lehrt uns nur ihren eigenthümlichen elektrischen Zustand, und doch sollen sie uns dazu dienen, den Zustand der Körper, bey denen sie angebracht sind, kennen zu lernen; dieses fodert noch viele andre Bestimmungen, die ich jezt geben will.

## §. 388.

Ein Leiter wird mehr oder weniger elektrisches Fluidum diesen Kugeln zuschicken, nicht nur in dem Verhältniß was er besizt, sondern auch nach den Umständen, worinn er sich befindet, wovon die ausdehnende Kraft seines Fluidums abhängen wird; und die Wirkung wird umgekehrt seyn, in dem Fall, wo dieser Leiter negativ wäre. Man muß also von dieser Art von Elektrometern keine andre Anzeige erwarten, als von dem Grade der ausdehnenden Kraft des elektrischen Fluidums in dem Leiter, bey dem es angebracht wird; und in den Umständen, wo dieser Leiter sich selbst entgegen ist, muß man andre Angaben suchen, um die Dichtigkeit dieses Fluidums zu bestimmen. Ich kenne aber kein Mittel auf eine andre Art, den Grad der Elektrisirung

sirung der Körper zu messen; und ich habe oben gezeigt (§. 350.) daß dies auch die Sprache des Thermometers und Manometers sey. Man muß sich also darauf einschränken, diese Sprache gleichförmig zu machen; welches verschiedene andre Bestimmungen verlangt.

§. 389.

Wie ich von den Elektrometern meiner Scheiben redete, habe ich auch bemerkt (§. 382.) daß, weil die Menge des elektrischen Fluidums, welches in ihre Kugeln selbst kömmt, ihr Divergiren bestimmt, und die Einflüsse der Körper auf einander, dazu beytragen, die Menge dieses Fluidums, das sie aus derselben Quelle erhalten können, zu vermehren oder zu vermindern; man den Einfluß der elektrisirten Körper auf die Kugeln ihrer Elektrometer verhindern oder bestimmen müsse, weil sonst die Sprache der lezten zweydeutig würde. Und da, um sie außer allem Einfluß in diesem Betracht zu setzen, man sie in eine ziemlich große Entfernung von den Körpern bringen müßte, welches bey vielen Versuchen unbequem, und bey manchen trügerisch seyn würde; so ist es bey den gewöhnlichen Fällen besser, diesem kleinen Leiter eine bestimmte und bequeme Länge zu geben: weil die daraus entspringenden Wirkungen bestimmt seyn werden, welches zur Vergleichbarkeit des Elektrometers hinreichen wird. Ich sage, daß ein Elektrometer, dessen Kugeln sich außer dem Einfluß eines Leiters, bey dem es angebracht ist, befänden, in einigen Versuchen trügerisch werden würde; weil dieses nur unmittelbar geschehen könnte, wenn man den Kugeln einen langen Leiter gäbe, der alsdann einen großen Theil vom Volumen des Instruments ausmachte; dadurch würde es den Grad der Elektrisirung kleiner Körper modificiren, bey denen man es, in einigen Versu-

chen

chen anbrächte, um es nachmals wieder wegzuziehen. Man muß also lieber ein bestimmtes Mittel zwischen den beyden Unbequemlichkeiten nehmen, und in Fällen, wo man dies Instrument außer allem Einfluß setzen wollte, wird es hinreichen, es mit den Körpern in Verbindung zu bringen, indem man ihm einen andern kleinen Leiter von der nöthigen Länge zusezt.

§. 390.

Derselbe Einfluß der elektrisirten Körper auf die Kugeln ihrer Elektrometer, und der Kugeln selbst auf einander, erfodert zwo neue Hauptbestimmungen, die eine betrifft die Richtung der Ebne, in der sich die Kugeln bewegen werden. Denn nach der Art, wie ihre Lage, bey diesen Bewegungen sich verändern wird, werden die Körper, bey denen sie angebracht sind, verschiedentlich auf sie, bey ihren verschiedenen Graden des Divergirens Einfluß haben. Aus derselben Ursache, und wegen des Einflusses der beyden Kugeln auf einander, muß man auch bestimmen, ob sie sich beyde bewegen werden, oder nur eine von ihnen; denn die absolute Größe ihres Divergirens, so wie ihre successiven Verhältnisse mit den verschiedenen Graden der Elektrisirung des Leiters, hängen davon wesentlich ab. Es sind noch viele andre Umstände zu bestimmen übrig, um eine gleichförmige Bewegung der Kugeln unter denselben Umständen hervorzubringen: und überhaupt ist kein Theil am Elektrometer, der nicht bestimmt werden müßte, um sicher seine Vergleichbarkeit zu bewirken; denn sie haben alle, auf die Größe des Divergirens der Kugeln, welche an denselben Punkt, desselben, auf denselben Grad geladenen Leiters angebracht sind, Einfluß. Von allen diesen Theilen aber, hat die Skale den größten Einfluß, wovon ich jezt reden will.

§. 391.

§. 3 1.

Weil der Gra[illegible] des [illegible]ivergirens der Kugeln eines Elektrometers, das Zeichen der ausdehndem Kraft des elektrischen Fluidums in den Körpern seyn muß, bey denen man es anbringt, so muß man dieses Divergiren messen. Dieses ist aber ein Punkt, dessen Bestimmung mir große Schwierigkeiten machte. Ich habe mehr als zehnmal die Skale meiner Elektrometer verändert, und ihrentwegen sogar die ganze Einrichtung dieses Instruments. Um ihrentwillen habe ich endlich bestimmt, daß eine einzige von den Kugeln frey bliebe, und daß sie sich bewegte, indem sie sich von dem Körper entfernte: sie hat die Form des Fußes des Instruments, und fast alle seine Theile bestimmt: kurz auf sie bezieht sich fast alles bey meinem Elektrometer. Diese Skale längst der sich die Kugel bewegen muß, hat nothwendig auf ihren Grad des Divergirens Einfluß; dieser ist aber nach ihrer Masse, Substanz, Form, Lage, und nach der Art wie sie am Instrument befestigt ist, verschieden. Alle diese Umstände, und besonders die beyden lezten, konnten nur durch Versuche bestimmt werden, und es mußten immer zwey Elektrometer fertig seyn, ehe ich sowohl von ihrer Vergleichbarkeit als anderweitiger Brauchbarkeit urtheilen konnte. Oft selbst hatte ich schon für gewisse Versuche mehrere verfertigt, ehe ich erkannte, daß es vortheilhaft wäre, dabey eine gewisse Veränderung zu treffen: und so oft ich dies that, war ihre Sprache verändert, und alle Bestimmungen der besondern Geseße, nämlich die Folgen von comparativen Wirkungen, die ich bis dahin gesammlet hatte, waren als Sammlung bestimmter Thatsachen verloren, und ihr Nutzen schränkte sich, wie ich oben (§. 346.) sagte, auf die Ideen zur Verbesserung des Apparats, und vorzüglich

Digitized by Google

züglich des Elektrometers ein: und nun mußten alle diese Versuche wieder angefangen werden.

§. 392.

Die beyden lezten Punkte, die ich anzeigte, welche in Rücksicht der Skale des Elektrometers bestimmt werden müßten; nämlich ihre Lage und Art sie zu befestigen, sind bey mir am öftersten verändert worden. Diese Skale ist erstlich in demselben Falle, wie die Kugeln; d. h. der elektrisirte Körper hat Einfluß auf sie, und zwar verschiedentlich nach ihrer Lage. Aber die Skale hat ihrer seits auf die Kugeln Einfluß, und zwar so, daß man nicht nur ihre Lage nothwendig bestimmen muß, sondern auch die Art, wie man sie zu befestigen hat. Wenn sie sich z. B. in Verbindung mit dem elektrisirten Körper befindet, oder ein Theil von ihr ihm nahe ist, so vermindert sie die Bewegung der freyen Kugel, indem sie sich, wie sie elektrisirt, entweder ganz im ersten Falle, oder in ihrem entferntesten Theile im zweyten, und also die Wirkung, welche man von der Entfernung der Kugeln erwartete, zu zerstören sucht: alsdann wird auch die Bewegung der freyen Kugel verhindert, weil sie ein Bestreben zur Seite hat, sich von der Skale zu entfernen. Ist hingegen diese leztre in Verbindung mit dem Boden; so vergrößert sie die Bewegung der Kugel, indem sie einen dem seinigen entgegengesezten Zustand annimmt: welches anfangs ein Vortheil zu seyn scheint, und mich auch verführt hatte; denn man mag gern alle Wirkungen, die man messen will, vergrößern. Aber alsdann neigt sich die Kugel stark nach der Skale, welches anfangs ihre Bewegungen hindert, so wie wenn sie sich davon zu entfernen strebt: zu gleicher Zeit muß man die Skale entfernter halten; damit nicht bey großen

Gra-

Digitized by Google

Graden der Elektrisirung die Kugeln sie endlich berühre, und den ganzen Apparat zu dem Zustande des Bodens brächte. Diese größre Entfernung der Skale nun, macht die Beobachtungen schwer, und folglich weniger genau, denn man hat immer nur wenige Zeit zu beobachten. Ich habe daher überhaupt gefunden, daß es am besten sey, den Einfluß der Skale so viel als möglich zu vermindern: und da man ihn dennoch nicht ganz aufheben kann, so so habe ich wenigstens gesucht, ihn beständig zu machen, indem ich sorgfältig alles, was diesen Theil des Instruments betrifft, bestimmte.

§. 393.

Man sieht aus der genauern Beschreibung, die ich gegeben habe, daß, obgleich die elektrischen Bewegungen das schicklichste Symptom sind, uns ein Elektrometer zu verschaffen, es doch nicht unmittelbar geschicht, sondern im Gegentheil auf einem sehr beschwerlichen Wege. Nichts ist bey diesem Instrument genau bestimmt, als sein fester Punkt, nämlich das Null in der Elektrisirung, bey dem die beweglichen Körper sich nicht zu bewegen trachten: was seine andern Theile betrifft, so hängen sie ohne Zweifel von Bestimmungen ab, die nicht durchaus willkürlich sind; es bleibt aber immer einiger Spielraum, sowohl bey dem comparativen Grade der Wichtigkeit der Betrachtungen, welche entgegengesezte Bestimmungen verlangten, als bey den Mitteln ihnen insgesammt Genüge zu leisten: und in diesem Spielraum könnten verschiedene Beobachter sich unterschiedentlich bestimmen, und die Physiker unter sich trennen. Wenn man also ein vergleichbares Elektrometer haben will, so muß man nothwendig über die Festsetzung alles dessen übereinkommen, was, nach seiner Natur, bis auf einen Punkt unbestimmt ist. Ich mußte dies für mich selbst



Digitized by Google

thun, bey den Versuchen, die ich unternommen hatte, und es gelang mir leicht durch genau befolgte Bestimmungen, vergleichbare Elektrometer zu machen. Da ich aber selbst nach dem Gebrauche dieser Instrumente fühlte, wie sehr der Mangel eines allgemeinen Elektrometers, dem Fortgange dieses Zweiges der Physik schadete, und daher jemand eines vorschlagen müsse: so stellte ich darüber besondre Untersuchungen an, um ein Elektrometer, das ziemlich die schicklichste Bestimmung hätte, damit man es nicht leicht wieder veränderte, vorzuschlagen, und welches also zum allgemeinen Elektrometer dienen könnte, bis eine bessere Betrachtung einem andern den Vorzug ertheilte. Denn es verwirrt bey der Experimental-Physik nichts so sehr, als die Verschiedenheiten in den Maaßen derselben Klasse von Wirkungen, welche durch unwichtige Betrachtungen eingeführt sind. Ich will also das Elektrometer, welches ich vorschlage, beschreiben, bis man ein wesentlich besseres entdecke.

## Neunter Abschnitt.

### Beschreibung eines Elektrometers.

§. 394.

Im Anfange des vorigen Abschnittes, habe ich den Grund angeführt, der mich bewog, bey meinen ersten Elektroskopen hohle metallene Kugeln, statt der von Mark (Hollunder rc. Mark) zu gebrauchen, welches ich bey meinen elektrischen Versuchen vortheilhafter fand. Ich ließ sie von Silber machen, weil ich fand, daß die Goldschmiede sehr leichte aus Golde machten, (die bey jeder Art von Schmucke wiederum Mode sind) und daß sie nicht gern das Messing bearbeiten. Als ich sie darauf beym allge=

allgemeinen Elektrometer gebrauchen wollte, mußte ich ihre Größe und Gewicht bestimmen. Im ersten Betracht, wurde ich durch die Natur meiner Versuche selbst bestimmt, die von solcher Art waren, daß sie gar sehr ein Elektrometer erfoderten. Ueberdies kann ein Fundamental-Elektrometer dazu dienen, andre für alle Fälle, von größerer oder geringerer Elektrisirung zu verfertigen, wie ich anzeigen werde. Was das Fundamental Elektrometer betrifft, so führt folgendes zur Bestimmung der Größe seiner Kugeln. Ich habe oben gezeigt, daß Versuche über die Modifikationen des elektrischen Fluidums bey einer in Bewegung gesezten Elektrisirmaschine nicht genau angestellt werden könnten, weil das umgebende Mittel durch sie elektrisirt wird; welches bey den beweglichen Körpern Bewegungen hervorbringt, die nicht von den Ursachen, deren Wirkungen sie bestimmen sollten, abhängen. Man muß sich also immer von dieser ersten künstlichen Quelle des elektrischen Fluidums entfernen, und sich lieber damit, durch eine geladene Leidner Flasche versehen. Dieses Verfahren habe ich von Hr. Volta meinem neuen Lehrer in der Elektricität.

§. 395.

Man kann also niemals den Körpern, mit denen man sich beschäfftiget, große Grade der Elektrisation geben: man verliert hiebey aber nichts, denn diese sehr starken Grade sind selbst bey dem günstigsten Wetter zu vergänglich, als daß man etwas beständiges in ihren Wirkungen beobachten könnte, und eine Leidner Flasche ist mehr als hinreichend, für alle Versuche dieser Art. Die zu den Versuchen bestimmte Flasche muß weder zu groß noch zu klein seyn: wenn sie zu groß ist, so ist sie nicht nur unbequem, sondern man kann sie auch niemals

zu demselben Grade, wie eine kleine laden, ohne sie in Gefahr zu setzen, zu zerspringen; wegen der fast unvermeidlichen Ungleichheit ihrer Dicke, und weil die dünnern Theile sich mehr laden, und leicht zerspalten. Eine kleine Flasche, erhält also mit geringerer Gefahr, einen größern Grad der Ladung: aber eben so wenig muß sie auch zu klein seyn, weil man sonst, eine ziemlich starke Ladung bey Körpern von gewisser Größe, so wie z. B. bey meinen Scheiben, nicht oft wiederholen könnte, wie doch nothwendig ist, ohne sie aufs neue zu laden; die Erfahrung hat mich eine Flasche wählen lassen, deren Dimensionen folgende sind; nicht als ob sie durchaus nothwendig wären, sondern weil sie beynahe die gehörige Größe anzeigen. Sie ist cylindrisch, bis auf die kleine Verengerung ihrer Oeffnung, welche durch eine Scheibe von Holz verschlossen wird, durch welche der Stiel des Knopfes geht. Ihre ganze Höhe ist $5\frac{1}{4}$ englische Zoll und ihr Durchmesser $2\frac{7}{8}$. Die Zinnblätter, welche sie von innen und außen überziehen, erheben sich bis $1\frac{3}{4}$ Zoll von oben, und dieser Raum, den sie nicht bedecken, ist überfirnißt. Ihr Knopf endlich hat etwa $\frac{7}{8}$ Zoll im Durchmesser.

## §. 396.

Nach dieser Flasche, mit deren Gebrauch ich vollkommen zufrieden war, habe ich den Grad der Krümmung der Umrisse aller Theile meines vorzüglichsten Apparats bestimmt; indem dieser Umriß so beschaffen seyn mußte, daß, wenn man den Apparat mit dem Knopfe der Flasche, in ihrer stärksten Ladung berührte, sich hier kein Büschel bildete. Dieses hat also auch die Größe der Kugeln des Elektrometers bestimmt; sie mußten groß genug seyn, damit sie keinen Büschel gaben, wenn ich den Knopf der stark geladenen Flasche, an den Apparat

parat bringe, der mit diesem Instrument in Verbindung ist. Ich will hier im Vorbeygehen, in Betracht der Größe der Flaschen bemerken; daß ich niemals die Kugel dieser Elektrometer mit einer sehr großen Flasche so hoch erheben konnte, als mit dieser, indem ich eine Maschine von mäßiger Größe um beyde zu laden, gebrauchte.

§. 397.

Was das Gewicht der Kugeln des Elektrometers betrifft, so hat es der Goldschmied bestimmt. Nachdem ich ihren Durchmesser angegeben hatte, empfohl ich ihm sie so leicht zu machen, als ein gewisser Grad von Stärke erlaubte, den sie haben müssen, damit man sie abdrehen könne, und sie nicht zu leicht durch einen Stoß verunstaltet werden möchten. Als er mir eine gewisse Anzahl gemacht hatte, nahm ich die leichteste zur Regel an, und brachte die andern zu demselben Gewicht, indem ich sie abdrechselte. Ich mußte auch die Länge ihrer Stäbchen bestimmen; und ich habe es dadurch gethan, daß ich das Mittel aus zwo entgegengesezten Betrachtungen annahm. Indem ich sie länger machte, wurden die Grade, welche den Winkel abmaßen, größer: dieses war ein Vortheil; aber nun brauchte ich höhere Stüzzen, weil sonst der Tisch merklich auf die Kugeln gewirkt hätte, und zu hohe waren unbequem. Endlich habe ich bestimmt, daß nur eine von den Kugeln beweglich sey; weil die Beobachtungen geschwind angestellt werden müssen, und es schon nicht leicht ist, die gegenseitige Stellung zweener Gegenstände, wenn sie in gewisser Weite von einander sind, so wie das Stäbchen dieser Kugeln und die Skale, gut beobachten kann. Nun aber würde die Schwierigkeit sehr zunehmen, wenn man auf beyde Kugeln zugleich achten müßte. Ich habe noch einen andern großen Vortheil dabey gefunden, nur eine Kugel

beweglich zu machen; daß ich nämlich ihre Beweglichkeit beträchtlich dadurch vermehren konnte, indem ich oben ein Gegengewicht anbrachte.

§. 398.

Ich habe deswegen so ausführlich die Gründe der wichtigsten Bestimmungen des Elektrometers angeführt, damit man darüber urtheilen könne. Die nähere Einrichtung hatte ohne Zweifel etwas willkührliches, und war durch unwichtige Umstände bestimmt; und eben so ist es mit den andern Theilen des Instruments, deren Einfluß nicht groß ist. Da aber nun alles festgesezt ist, so könnte man fast an keinem Theile etwas ändern, ohne seine Sprache zu verändern; wenn es also keinen wesentlichen Fehler hat, und man dadurch ein vergleichbares Elektrometer erhielte; so ist dies ein Bewegungsgrund, daran keine Aendrung zu treffen.

§. 399.

Die erste Figur der ersten Tafel stellt dieses Elektrometer vor, auf die Hälfte seiner Dimensionen reducirt; bey allen Theilen also, die nicht sehr wichtig sind, brauchte man nur die in der Figur zu verdoppeln: was die wichtigern Theile betrifft, so werde ich ihre Dimensionen anzeigen. Diese Figur besteht vorzüglich in dem Durchschnitte durch die Axe aller Theile des Instruments, die in derselben Ebne mit den Kugeln liegen; diesem sind durch punktirte Linien, die Theile, welche außer dieser Ebne liegen, beygefügt. Die Basis a a ist von Holz, und unten mit einer Platte von Bley b b verbunden, damit das Instrument fest stehe. Es ist wichtig, daß diese Platte sehr eben sey, damit das Instrument nicht schwanke. Auf die Basis ist ein Stückchen Holz c angeschroben, welches

ches den isolirenden Stab d d trägt, der aus einer Röhre von inn- und auswendig überfirnißtem Glase besteht. Zu allen hölzernen Theilen des Instruments, die ich anführen werde, nehme ich Büchenholz, weil es bey etwas Zusammendrückbarkeit, jedoch sehr fest ist. Oben an dem gläsernen Stabe, ist eine Verbindung von verschiedenen Stücken aus Holz, an welche alle Theile des Instruments befestigt sind. Das vorzüglichste Stück darunter, ist durch e f vorgestellt, und sein Zapfen f geht in die Röhre, wo er sich mit sanftem Anreiben umdreht. Queer durch dieses Stück geht horizontal eine Glasröhre g g, von innen und außen überfirnißt, und die ein Stäbchen von Messing einschließt, welches dem Elektrometer zum Leiter dient. Das eine Ende dieses Stäbchens geht mit einer Schraube in einen messingenen Cylinder h, und das andre in eine messingene Kugel i. Schraubt man diese leztre stark ein, indem die Kugeln vertikal hängen, so giebt man diesem Stande Festigkeit.

§. 400.

Die unbewegliche Kugel k l m ist an dem Punkt k durch das hölzerne Stück k l aufgehängt, dessen Theil l in einen Halm geht, der dieser Kugel zum Stäbchen dient, und an den sie angeleimt ist. Ich habe einen Strohhalm jeder andern leitenden Substanz zu den Stäbchen für die beyden Kugeln vorgezogen, weil sie doch von gewisser Größe seyn müssen, um weniger biegsam zu seyn, und das elektrische Fluidum weniger zu zerstreuen, welche Absicht das Stroh schon bey geringem Gewichte erfüllt: und auch weil es langsam leitet; daher die bewegliche Kugel nicht so schwankt, worauf ich nochmals zurückkommen werde. Das hölzerne Stück k, dessen Schnitt die Figur darstellt, ist flach, und geht mit etwas Gewalt in eine Oeffnung des messingenen Cylin-

ders h, wo es durch einen Stift gehalten wird. Diese Oeffnung, welche durch eine punktirte Linie vorgestellt ist, erlaubt dem Stück k eine kleine Bewegung an seinem Stifte; dieses dient dazu, diese Kugel in Berührung mit der andern zu bringen, wann leztre gehörig hängt. Das Aufhängen dieser leztern geschieht am Punkte p in einer Gabel p o, deren Zapfen o mit etwas starkem Reiben in dem Cylinder h geht: ich komme noch einmal auf dieses Stück.

## §. 401.

Die Skale r s ist aus Büchenholz; ich habe das Holz dem Metall vorgezogen, weil es weniger leitet, und also geringern Einfluß auf die Kugeln hat. Nach dieser Voraussetzung würde Glas dazu am schicklichsten gewesen seyn: aber erstlich wäre es schwer gewesen, es ohne Metall zu befestigen, welches seinen Nutzen schon sehr vermindert hätte, und außerdem hätte man nicht überall geschickte Arbeiter gefunden, um Glas-Skalen zu verfertigen. Endlich haben so viele große unvermeidliche Ursachen auf den Gang dieses Instruments Einfluß, daß wenn diese (welche bey dieser Einrichtung nur noch von sehr geringer Bedeutung ist) nur immer denselben Einfluß auf jedes Elektrometer hat, daraus keine Unbequemlichkeit entspringt. Dieses Stückgen Holz ist etwa $\frac{3}{4}$ Linien dick; es ist mit Papier bedeckt, das mit Kleister aus Stärkenmehl angeklebt, und unter einer Presse oder unter einem Gewichte zwischen zween flachen Körpern getrocknet ist; sein Rand muß abgerundet seyn, wie alle Stücke am elektrischen Apparate.

## §. 402.

Ich will in französischen Füssen die Dimensionen der vorzüglichsten Theile dieses Instruments anzeigen, weil

weil dieses Maaß am allgemeinsten bekannt ist; ich will aber noch die Reduktion auf den englischen Fuß zusetzen, nach dem Verhältniß von 15 des erstern zu 16 des leztern, welches hinlänglich genau ist. Die erste Dimension, die ich anzeigen will, ist die des Radius der Skale, von p als dem Mittelpunkte angerechnet bis s: dieser Radius ist 4 franz. Zoll (4, 27 engl.). Dieses giebt zugleich die Größe des hölzernen Bogens an, auf welches man den Radius tragen könne. Hiedurch hat man den Winkel von 60°, wovon 40° den ganzen Umfang der Skale ausmachen, welche, wie die Figur zeigt, gestellt ist. Ich will anzeigen, warum ich sie nicht grösser gemacht habe.

§. 403.

Nach den bestimmten Dimensionen und Gewichten, in Rücksicht der beweglichen Kugel, kann sie in einigen Fällen bis zu 60° divergiren; dies ist aber nur auf einen Augenblick und indem sie einen Büschel ausstößt. Das Fundamental-Elektrometer muß bey solchen Versuchen nicht gebraucht werden; weil man in diesen Fällen statt seiner, andre nehmen kann, und weil die Vermehrung der Ausdehnung der Skale, über das, was zu genauen Versuchen nothwendig ist, wesentlich den Gang der Kugel verändert. Ich habe ihr also nur den zu diesen Versuchen nöthigen Umfang gegeben, und andre Mittel gebraucht, wovon ich reden werde, um die grössern Grade der Elektricität zu messen.

§. 404.

Da ich die Skale sowohl ihrer Substanz als ihrem geringen Umfange nach, so leicht gemacht hatte, so konnte ich sie von einem kleinen gläsernen Stäbchen, vermittelst

einer bloßen Röhre von aufgerolltem und geleimtem Papier, das mit Leim hinter die Skale in r befestigt ist, tragen lassen: diese Röhre ist in der Figur durch eine punktirte Linie vorgestellt. Das andre Ende des Stäbchens geht in einen Wirbel von Holz t. Fig. 1. den man auch bey t Fig. 2. sieht; wo ich einen Schnitt durch die Axe desselben, und der gedachten hölzernen Vorrichtung vorgestellt habe, aber senkrecht auf den Schnitt in Fig. 1. Das Stück u u in den beyden Figuren ist ein Ring, der sich bey etwas starker Firction über dem Theile a, des Stücks a u f Fig. 2 umdreht; in diesem Ring geht ebenfalls mit gleicher Firction der Wirbel t. Man hat also 4 Zurechtstellungen für die Skale. 1. Man bringt sie in eine vertikale Ebne, indem man die kleine papierne Röhre auf dem gläsernen Stäbchen, zum Punkte r Fig. 1 dreht. 2. Man bringt sie in eine bestimmte Entfernung von der Kugel, indem man den Ring u u der beyden Figuren dreht. 3. Man macht den Radius, welcher dem Grade der Skale correspondirt, vertikal, durch Bewegung des Wirbels t. 4. Endlich läßt man diesen Radius mit der beweglichen Kugel correspondiren, indem man das gläserne Stäbchen, welches in dem Wirbel t oder der papiernen Röhre r fort glitschen kann, verlängert oder verkürzt. In diesem Zustande muß der Mittelpunkt, aus dem die Skale beschrieben ist, mit dem Aufhängepunkt der beweglichen Kugel horizontal seyn (p. Fig. 1.): ich will das Mittel, wodurch man sich hievon versichern kann, anzeigen.

## §. 405.

Diese Stellungsmittel können nur in so weit dienen, die Skale gut zu stellen, als alle Stücke die nothwendigen Dimensionen und Richtungen haben: um dies leicht zu bewerkstelligen, muß man eine, der Figur 1 ähnliche

che Zeichnung haben, aber von der natürlichen Größe, auf ein Bret verzeichnet, so wie man die Figur im Spiegel sieht: diese Zeichnung giebt erst alle Dimensionen der Stücke; wenn sie darauf zugerichtet, und die kleine papierne Röhre, am Ende des gläsernen Stäbchens gesezt ist, so muß man das Instrument (ohne die Basis) auf die Zeichnung legen, und das Stäbchen in die Lage bringen, wo es verzeichnet ist. Hernach muß man die Skale durch eine Stütze, gegen die papierne Röhre in der Lage halten, die sie haben muß, und hier anleimen. Man kann sicher seyn, daß man sie so in ihre genaue Lage bringt, vermittelst der Stellungsmittel, und folgender Methode. Man muß einen gleichschenklichten Triangel von dünnen Messing haben, so wie der, dessen gleiche Seiten, in Fig. 1 durch punktirte Linien vorgestellt sind, der von dem Mittelpunkt der Bewegung p der beweglichen Kugel ausgeht, und auf die Punkte o und 40 der Skale trifft. Zween bestimmte Punkte auf diesem Triangel, den Punkten 5 und 35 gegenüber, müssen in kleine Löcher in der Skale bey diesen Punkten, hinein gehen; wodurch er grade gehalten wird, und man sieht alsdann, ob seine Spitze horizontal ist mit dem Aufhängepunkt der Kugel; ist dieses nicht, so bringt man ihn durch die Stellungsmittel dazu, und nimmt darauf den Triangel leichte weg. Die Skale muß einen halben Zoll weit von den Kugeln seyn, und wenn man die Dimensionen aller Stücke gut befolgt hat, so wird sie sich zu gleicher Zeit in einer parallelen Ebne mit der Bewegung der beweglichen Kugel befinden. Diese leztre Bedingung ist natürlich, die andre ist nach der Konvenienz bestimmt, und muß der Einförmigkeit des Ganges der Kugel wegen, befolgt werden. Die Skale mußte nicht zu weit entfernt seyn, weil dieses die Beobachtung unsichrer machen würde: sie mußte es aber so weit seyn, um so viel als möglich, ihren

ihren Einfluß auf die Kugeln zu vermindern. Ich habe auf der Skale einen Zug xx, parallel mit o und in solcher Weite gezogen, daß das Auge die Striche sehe, wenn sich die Kugeln einander so eben berühren. Wann man beobachtet, muß man sich so stellen, daß man den Strich xx des unbeweglichen Halmstreifens sieht, und daß das Auge, mit dem Aufhängepunkt der Kugel gleich hoch stehe: es befindet sich sodann in der Spitze eines Kegels, wovon die Skale einen Theil der Basis ausmacht; und indem es der beweglichen Kugel in ihren Bewegungen folgt, trägt man sie auf die Skale ohne Parallaxe. Diese Skale ist von beyden Seiten getheilt, damit man auch das Instrument, im entgegengesezten Falle, als die Figur zeigt, beobachten könne.

§. 406.

Da die bewegliche Kugel ein Hauptstück des Instruments ist, so habe ich den Durchschnitt ihrer natürlichen Größe in Fig. 3. vorgestellt. Das Stäbchen ab ist wie gesagt, aus einem Strohhalm gemacht, der sehr grade und mit einer kleinen scharfen Feile an dem obern Theil eines Gliedes abgeschnitten seyn muß, wo man den Knoten nebst einem kleinen Ende der folgenden Röhre stehen läßt; weil dieser Anfang der Glieder derbe ist, und man ihn also gleichsam einschraubend in die dünne Hülse der Kugel n bringen kann, wie man es am Punkte b sieht. Eine Röhre von Messig cccc dient dazu, den Halm mit einem Stäbchen von überfirnißtem Glase ef zu verbinden, und die Axe dd zu tragen, an der sich die Kugel bewegt. Da der Halm etwas konisch ist, so würde er schon hinlänglich in der Oeffnung der Röhre gehalten werden, wenn auch die Axe ihn hier nicht ferner befestigte, indem er zuvor dadurch streicht: und der Theil desselben, der sich über die Axe erhebt, dazu diente, das

Glas-

Digitized by Google

Glasstäbchen mit einem gelindern Reiben aufzunehmen, als man im Messing erhalten könnte. Die Axe muß von Stahl sehr gut gemacht, und sorgfältig mit dem Halme unter einem rechten Winkel gestellt, und ihre Zapfen sehr fein seyn.

§. 407.

Ich habe in derselben Figur mit punktirten Linien, einen durchgeschnittenen Ring vorgestellt, in welchem die Kugel durch ihre Zapfen aufgehängt ist. Der Zapfen o Fig 1 der in den Cylinder h tritt, ist bey o umgebogen Fig. 2. Indem man den Ring um diesen Zapfen dreht, stellt man das Stäbchen dieser Kugel, an dieselbe Ebne mit der unbeweglichen Kugel; und man macht diese Ebne vertikal, indem man den Leiter in der Glasröhre gg Fig. 1 dreht. Kleine Löcher pp Fig. 3. die in die Enden des Ringes gebohrt sind, ehe man ihn gänzlich krümmte, nehmen die Zapfen der Axe auf, und man muß darauf sehen, indem man den Ring zu krümmen aufhört, daß diese Löcher sich in derselben Linie befinden. Diese Gestalt des ziemlich dicken Ringes war durchaus nöthig, um die Büschel zu verhüten; und man mußte auch, aus hernach anzuzeigenden Gründen, die Kugel leicht wegnehmen und ansetzen können. Die Elasticität des Ringes verschafte mir das Mittel dazu. Ich gebrauche eine kleine Schraubzwinge von Messing, deren Durchschnitt in natürlicher Größe in Fig. 4. vorgestellt ist. Die Höhlungen bb der beyden Arme, sind bestimmt, sich gegen die beyden Enden des Ringes anzuschließen, wenn man, indem die Schraube zusammengerückt wird, die Schraubzwinge öffnet, bis die Axe frey ist; welche alsdann in den Ausschnitten ruhet, die deswegen, an den beyden Enden der Zwinge in a Fig. 4 und 5 gemacht sind; diese lezte Figur zeigt den Schnitt einer Seite der

Zwinge

Zwinge, unter einem rechten Winkel mit dem in Fig. 4. Alsdann sind also die beyden Zapfen frey, und man kann die Kugel wegnehmen. Wenn man diese wieder einsetzen oder andre, welche dieselbe Axe tragen, hinein bringen will, muß der Ring zuerst durch die Zwinge geöffnet werden; hernach muß man die Axe in den Einschnitten derselben aufruhen lassen, welche so gemacht seyn müssen, daß in dieser Lage der Axen, ihre Zapfen sich den Löchern, welche sie aufnehmen sollen, grade gegenüber befinden. Alsdann muß man nur die Schraubzwinge losschrauben; wodurch der Ring seine Gestalt wieder annimmt, und die Kugeln frey hängen.

## §. 408.

Die hohle Kugel von Silber n Fig. 3. muß genau 7 franz. Linien (0, 622 engl. Zoll) im Durchmesser halten; die Entfernung am Aufhängepunkt, vom Anfange der Kugel angerechnet, muß 4 Zoll 8 L. (4, 977 engl. Z.) seyn, und die Länge des Stäbchens von übersirnißtem Glase, welcher die Kugel q trägt, von dem Aufhängepunkt bis zur Spitze dieser Kugel muß 2 Z. 9 L. (2, 933 engl Z.) seyn. Dieses sind die wichtigsten Dimensionen für die Vergleichbarkeit des Instruments. Der Durchmesser der Kugel von Siegellack q. würde bestimmt seyn, wenn die specifische Schwere des Lacks beständig, und alle Theile des Pendels überall genau ähnlich wären. Da man dies aber natürlich nicht erwarten kann, so müssen die kleinen Unterschiede, durch das Gewicht der Lackkugel, auf der Wage ergänzt werden.

## §. 409.

Ich habe zu dem was durch die Wage bestimmt werden muß, englische Gewichte gebraucht, weil ich bey ihnen

Digitized by Google

ihnen zu London am sichersten seyn konnte, da ich sie von H. Whitehurst hatte, dessen Amt es ist, sie zu prüfen. Da ich aber Gewichte anzeigen mußte, die allgemeiner bekannt wären, so ließ ich von Paris ein Gewicht einer halben Mark kommen, dessen Genauigkeit mir sehr anempfohlen war, und bat Hr. Whitehurst darnach das Verhältniß mit dem englischen Troygewicht zu bestimmen: er fand, daß eine Unze Markgewicht, 472, Gran Troygewicht, dessen Unze deren 480 enthält, wog. Hieraus fließt, daß 96 Gran Troygewicht gleich sind, 117 Gran Markgewicht: dieses Verhältniß werde ich also gebrauchen. Man begreift leicht, daß dabey vortreffliche Wagen nöthig sind: die meinigen sind sehr genau und auf $\frac{1}{32}$ Gran empfindlich.

## §. 410.

Die erste Operation in Betracht des Gewichts ist, die Kugel von Silber, für sich allein auf etwa 3 engl. Gran zu reduciren. Da aber der Widerstand dieser Kugel beym Verrücken, sich unter der Gestalt eines Pendels äußert, so wäge ich sie auch unter dieser Gestalt. Zu dem Ende bringe ich sie an ihren Arm, aber ohne Gegengewicht, und stelle sie, wie man es in Fig. 6 sieht, welche, in der Hälfte seiner Dimensionen, den kleinen Apparat vorstellt, wie ich meine Kugeln justire. Seine Basis ist ein kleines Brett a a, auf welchem der Fuß b eines Arms, der die Wage trägt, befestigt ist. Eine Gabel c ist hier gleichfalls in solcher Entfernung befestigt, daß, wenn sie die Zapfen der Axe des Pendels trägt, die Kugel n desselben in der Mitte der benachbarten Schaale der Wage ruht, deren andre Schaale die Gewichte aufnimmt. In dieser Lage muß das Pendel genau im Gleichgewicht mit 30 engl. Gran ($24\frac{5}{8}$ franz.) seyn, welches man erhält, indem man allmählig

lig das Gewicht der Kugel vermindert, die zu dieser Absicht in einer kleinen Büchse auf die Drechselbank gebracht wird.

## §. 411.

Das Gegengewicht q muß hernach auch dem Pendel angepaßt werden. Die Länge seines gläsernen Stäbchens ist oben bestimmt; und also kömmt es blos auf seine Kugel aus Siegellack an. Ich gebrauche das beste Lack, und erweiche ein Stück im heißen Wasser, so daß ich es abrunden, und mit der Spindel durchbohren kann, an welcher ich es abdrehen will. Diese Spindel muß kleiner seyn als das gläserne Stäbchen; weil das Loch der Lackkugel sich beym Drehen vergrößert. Diese Operation ist langwierig, man muß Geduld und scharfe Werkzeuge haben, um das Lack, statt es zu schneiden, nicht zu zerbrechen. Wenn diese Kugel etwas unter die Größe der silbernen gebracht ist, so muß man ihr Loch vergrößern, (wenn es noch nicht groß genug ist), damit das gläserne Stäbchen hinein passe, und sodann das Gegengewicht an seine Stelle setzen. Das restirende Gewicht von der silbernen Kugel, auf der Wage, muß genau $7\frac{1}{2}$ engl. Gr. ($6\frac{5}{32}$) betragen. Wiegt es weniger, so muß man die Lackkugel so weit verkleinern, bis man auf den bestimmten Punkt kömmt, oder wenigstens auf $\frac{1}{32}$ oder auch $\frac{1}{16}$ Gran; denn alsdann kann man das Gegengewicht gänzlich berichtigen, ohne die Lackkugel auf die Drehbank zu bringen; man braucht nur das gläserne Stäbchen etwas mehr oder weniger hinein zu drücken, wenn man es daran leimt. Da das restirende Gewicht also $7\frac{1}{2}$ Gran war, wenn die Wage auf $\frac{1}{32}$ Gran empfindlich ist, so kann zwischen den Elektrometern kein Unterschied von $\frac{1}{240}$ des gesammten Widerstandes des Pendels seyn, oder von $\frac{1}{6}$ Grad der Skale, beym 40°, welches die Wirkung eines Unterschiedes von $\frac{1}{32}$ Gran wäre.

§. 412.

§. 412.

So ist also das Pendel beschaffen, welches zum Fundamentalelektrometer dient; und nach ihm mache ich mehrere durch Vergleichung. Da dies erste Elektrometer die Basis der Vergleichbarkeit des Instruments seyn sollte, so mußten seine Dimensionen nicht zu klein, noch der Widerstand des Pendels zu sehr verringert werden, weil die kleinen Verschiedenheiten, die man bey der Ausübung immer erwarten muß, zu großen Einfluß auf die Vergleichbarkeit gehabt hätten. Man durfte auch nicht in dem entgegengesezten Falle zu weit gehen, weil das Fundamentalelektrometer offenbar bey den vorzüglichsten Versuchen über die Gesetze der elektrischen Phänomene dienen sollte; und ich habe oben gesagt, wie diese Versuche sowohl die Größe der Kugeln als die Länge der Aufhängung der beweglichen Kugel bestimmt haben. Ich glaube also durch hinreichende Gründe, alles, was zu diesem Fundamentalelektrometer gehört, festgesezt zu haben; und ich zeige nun die andern Klassen von Elektrometern an, die ich nach jenem gemacht habe.

§. 413.

Man kann keine kleinern Kugeln, als die des ersten Elektrometers, an die Leiter anbringen, auf welche man unmittelbar durch eine Leidner Flasche von mässiger Größe wirkt; weil sie Büschel hervorbringen würden. Auch könnte man wohl nicht gut, die leitende Oberfläche der andern Stücke dieses Elektrometers vermindern; denn ich habe sie so klein gemacht, als sie es schicklich seyn konnten. Wenn es aber nur auf die Wirkung eines elektrisirten Körpers, auf andre Körper ankömmt, so kann man oft bey diesen kleinere Elektrometer anbringen, weil die Gefahr von Büscheln nicht

 mehr

mehr so groß ist, und man alsdann mit Vortheil, das Verhältniß der leitenden Oberfläche des Elektrometers, zu der des Körpers, bey dem man es anbringt, vermindern kann. Ich habe also eine zweyte Klasse gemacht, deren Dimensionen so sind, wie die erste Figur sie unmittelbar angiebt; d. h. halb so klein als beym Fundamentalelektrometer, die Höhe des Fußes und die Länge des kleinen Leiters ausgenommen, welche immer einerley seyn müssen. Die Lackkugel des Gegengewichts differirt auch von dieser Dimension, weil durch sie, diese zweyte Klasse von Elektrometern, mit der ersten in Uebereinstimmung gebracht werden muß: dieses geschieht, indem man sie mit einander durch ihre Knöpfe in Verbindung bringt, und sie gemeinschaftlich elektrisirt. Man muß also, indem man anfangs lieber eine zu große als zu kleine Lackkugel nimmt, sie so weit vermindern, bis beyde Elektrometer übereinstimmend gehen.

## §. 414.

In den Fällen, wo man die Kugeln der Elektrometer, außer dem Einfluß elektrisirter Körper bringen will, muß man ihre Leiter verlängern; dies geschieht durch ein Stück, dessen Durchschnitt in Fig. 7. vorgestellt ist. Dieses ist eine Röhre von Messing a a, welche vermittelst einer Schraube, von einer Seite das Ende des Leiters, wovon man die Kugel weggenommen hat, und von der andern, ein neues messingenes Stäbchen aufnimmt, welches auch an dem andern Ende b mit einer Schraube die Kugel sodann einnimmt. Dieses Stäbchen kann so lang seyn, als man will, wenn nur die Basis des Instruments fest genug ist. Auch könnte man es noch mehr verlängern, wenn man einen Strohhalm statt eines messingenen Stäbchens gebraucht.

§. 415.

Je kleiner die Körper sind, welche man untersucht, desto mehr muß man die El ktrometer verkleinern; eben so wie man um so viel kleinere Thermometer gebrauchen muß, als die Masse der Substanzen, bey denen man sie anbringt, geringer ist. Ich hatte also sehr kleine Elektrometer nöthig, bey den Versuchen mit den kleinen Messingblechen, welche gegen verschiedene Theile einer elektrisirten Scheibe gestüzt werden (§. 369). Ich gebrauchte anfangs einen Faden von doppeltem Leinen, der an das Ende eines gläsernen Stäbchens befestigt war; da ich aber dadurch ein sehr irreguläres Elektroskop erhielt, so dachte ich auf Mittel ein Elektrometer zu haben, das nicht mehr Oberfläche hätte, und es glückte mir bey dem, welches in Fig. 8. abgebildet ist. Seine Größe hat nichts bestimmtes; je kleiner es ist, desto besser wird es seine Absicht erfüllen. Es besteht aus zween Hälmchen Heu, und man findet oben an dem Stengel gewisser Gräser sehr dünne, so daß man nur Geschicklichkeit haben muß, um sie kleiner zu machen. Diese Halme haben eine sehr gute Eigenschaft, daß man sie nämlich vollkommen grade machen kann, und sie sich so erhalten. Der eine Halm f g, ich unbeweglich, und der andere c c beweglich. Ich habe sie etwas vergrößert in Fig. 9. vorgestellt, um die Art zu erklären, wie sie angebracht sind. Statt eines Leiters ist bey diesem Elektrometer nur ein Ende von einer messingenen Claviersaite a b, welches man sich von unten angesehen, perspektivisch vorstellen muß, indem der Theil a vorne ist. Der Halm c c der beyden Figuren ist in d gespalten, um unter einem rechten Winkel ein Stück von einem grössern Halme aufzunehmen, das hier angeleimt seyn muß. Der horizontale Arm a des messingenen Drathes geht frey in diese kleine Röhre, und ein wenig weiches Wachs

e, das an seinem Ende befestigt ist, hindert ihn herauszugehen. Der Halm hängt also frey an dieser kleinen Röhre d, wie an einer Axe. Ein andres Ende einer ähnlichen Röhre dient dazu, den unbeweglichen Halm fg, an den Arm b, des messingenen Drathes zu befestigen, dieser Halm und der Arm gehen in die kleine Röhre, und sind hier angeleimt. Zuvor aber muß man den Arm b, in einen Ring h, bringen, der an dem Ende hi (Fig. 8 und 9) eines gläsernen Arms gemacht ist; und wenn die drey kleinen Stücke vereinigt sind, so befestigt man sie in dies Loch durch einen Tropfen von Fischleim, indem man diesen Arm in der Lage hält, wie er in Fig 8 abgebildet ist, bis der Leim trocken ist. Durch diesen Halm geht auch kreutzweise ein Stück k von einem andern Halm, Fig. 8 und 9, damit man verhindere, daß der bewegliche Halm nicht auf die andere Seite gehe, und auf die entgegengesezte Seite divergire, wie ohne diese Vorsicht zuweilen geschah. Endlich habe ich an alle Enden der Halme einen Tropfen Siegellack angebracht, um die Zerstreuung des elektrischen Fluidums zu verhüten.

## §. 416.

Die Skale lm dieses kleinen Instruments ist der, an den andern Elektrometern ähnlich, und wird von einem gläsernen Stäbchen np getragen, das von dem hölzernen Stück o, o, o, o Fig. 8 ausgeht, welches aber alle Stücken des Instruments vereinigt. Es ist nach seiner Länge, durch 2 Löcher von verschiedenen Durchmessern durchbohrt, das eine nimmt den Glasstab q der zum Fuße gehört, und das andre den gläsernen Arm ih auf. Zween concentrische Kreise, welche auf dem Durchschnitt dieses Stücks punktirt sind, berühren die Stelle eines Zapfens, welche das Stäbchen der Skale trägt; und diese wird in die Ebne des Durchschnittes des Instruments

ments vermittelst einer Verbindung von verschiedenen Holzstücken r gebracht, wo sie sich über dem Angel eines Zapfen dreht. Die Bewegung der Skale über diesem Angel, und die Fähigkeit des gläsernen Stäbchens in dem Loch des Zapfens, der es trägt, sich verschieben zu lassen, dienen zur Berichtigung, um die Skale in eine solche Lage zu bringen, daß sie zum Mittelpunkt den Aufhängepunkt d des beweglichen Halmes habe. Ich habe sie unter die Halme gebracht und nicht zur Seite, wie bey den andern Elektrometern; weil in dieser lezten Lage, der bewegliche Halm sich dahin bewegte; welches seine Bewegung hinderte. Die Eintheilung dieser Skale ist, wie bey den andern Elektrometern; und man kann vermittelst des Stücks c des beweglichen Halms, das zum Gegengewicht dient, es einerley Grad mit ihnen, wenn es bey ihnen angebracht ist, anzeigen lassen. Da aber die kleinen dünnen Körper, so wie die kleinen Messingbleche, wovon ich oben redete, keine große Grade der Eletricität behalten können, wegen ihrer scharfen Rände; so kann man auch dies Instrument zum Mikrometer gebrauchen, auf die Weise, wie ich hernach anzeigen werde, indem man den Theil c länger läßt, damit der Halm sich mit weniger Kraft entferne. Diese bloße Anzeige wird zureichen, wenn man schon andre Anwendungen der Methode, wovon ich rede, gesehen hat.

## §. 417.

Man hat also ein wahres Elektrometer für die kleinen Körper; dieses wird in vielen Fällen nützlich, und besonders bey den Versuchen über die Vertheilung des elektrischen Fluidums unter benachbarte Körper, oder über dieselben Körper, welche ich anstellte, indem ich bey ihnen kleine isolirte Körper anbrachte, und ihre verschiedenen Grade der Elektrisirung prüfte. Und wenn

die Untersuchungen in diesem Betracht, auch erforderten, daß man dasjenige, was dieses Instrument so klein es auch ist, den kleinen Körpern an elektrischem Fluidum gäbe oder nähme, in Rechnung brächte; so kann man dies vermittelst zweyer ähnlicher Elektrometer, die man an sie, nach einander anbringt, indem man beobachtet, welche Veränderung an dem ersten, durch Anbringung des zweyten entstehen wird; hieraus kann man finden, um wie viel die Elektrisirung des Körpers, durch seine Verbindung mit dem ersten Elektrometer geschwächt worden. Dieselbe Methode kann man in allen Fällen gebrauchen, wo man genau den Grad der Elektrisirung eines Körpers, durch Anbringung eines Elektrometers bestimmen will.

## §. 418.

Die beyden Klassen von Elektrometern, die ich beschrieben habe, außer dem Fundamentalelektrometer, sind nur verkleinerte Gattungen, Substitute dieses leztern. Man müßte aber elektrische Megameter und Mikrometer haben: denn das Fundamentalelektrometer kann z. B. nicht beym ersten Leiter einer Elektrisirmaschine angebracht werden, den es ohne Aufhören durch Büschel entladet; noch bey Körpern, deren Elektrisirung unter einem Grad ist. Ich mußte also in diesen Fällen zu andern Hülfsmitteln meine Zuflucht nehmen, und bey großen Graden von Elektrisirung gebrauche ich folgendes. Der vorzüglichste Fehler aller Elektroskope, die man bis jezt an die ersten Leiter der Elektrisirmaschinen angebracht hat, ist die Kleinheit ihrer Kugeln. Die erste Bedingung eines elektrischen Megameters ist, daß seine Kugeln so groß seyen, daß die Maschine an ihnen keine Büschel hervorbringe; denn diese entladen den ersten Leiter. Die Kugeln von 2 Zoll im Durchmesser, wovon ich

ich oben geredet habe, (§. 365) gehören zu meinem Megameter, und sie sind nicht zu groß, obgleich meine Maschine nur mittelmäßig ist. Bey größern Maschinen gebrauchte man also größre. Man macht zu London für die Aerometer welche, deren Durchmesser 3 bis 4 Zoll, und die dennoch sehr leicht sind. Man kann aber auch kleine ausgehöhlte Kürbisse gebrauchen, indem man sie sorgfältig vergolden läßt.

§. 419.

Das Gestell dieser großen Kugeln, ist von dem beym Fundamentalelektrometer nur durch die Größe der Theile verschieden, welche meistens den Kugeln proportional seyn müssen, um Büschel zu verhüten; und statt des Strohes z. B. um die Kugeln aufzuhängen, muß man Schilf gebrauchen. Unter den Theilen, welche nicht dem Verhältniß der Vergrößrung der Kugeln folgen, ist der Fuß, der von einer, der Maschine angemessenen Höhe und Form seyn muß: hernach der durchgeschnittene Ring, welcher die Axe der beweglichen Kugel trägt; dessen Dicke nicht im Verhältniß mit seinem vergrößerten Durchmesser, zunehmen muß; weil er sonst zu schwer zu öffnen seyn würde: ferner der Leiter, welcher in seiner Glasröhre das Fluidum nicht zerstreuet, braucht nicht in Verhältniß der Kugeln vergrößert zu werden: die Lackkugel des Gegengewichts endlich, wird kleiner seyn als in diesem Verhältniß, aus folgenden Ursachen. Die Bestimmung der Bewegung der beweglichen Kugel, ist von dem Fundamentalelektrometer genommen: wenn dieses 40° anzeigt, so muß das Megameter nur 4 zeigen; und dieses Verhältniß, bewirkt man durch das Gegengewicht. Um sie zugleich zu beobachten, muß der erste Leiter der Maschine nur eine einzige Spitze haben, welche an das Ende eines hölzernen Stückes gesezt ist,



Digitized by Google

damit er sich sehr langsam lade. Man bringt sodann die beyden Elektrometer an ihn, und läßt die Maschine stufenweise wirken, bis die Kugel des Fundamentalelektrometers auf 40° ist. Zeigt alsdann das Megameter auf seiner Skale 4° an, so ist es fertig; wo aber nicht, so muß man es durch das Gegengewicht dahin bringen, indem man entweder die Größe der Lackkugel, oder die Länge des gläsernen Stäbchens verändert. Wenn das Megameter mit dem Elektrometer auf diesen einzigen Punkt übereinstimmt, so werden seine Grade zehnfache, des andern seyn. Man würde sich über dies Verhältniß wundern, nach dem, was man von den correspondirenden Gängen gewöhnlicher Pendel von verschiedenen Gewichten weiß, wenn ich nicht zum voraus sagte, daß es hier auf einen mechanisch physischen Gang ankäme, und daß die Regeln der Mechanik hier nur zur Zerlegung des Phänomens vorkommen; dies will ich erklären.

## §. 420.

Ich habe die Phänomene, bey denen das elektrische Megameter anwendbar ist, wenig studiert, weil ich zu viele andre Gegenstände hatte: ich will also nur einige darüber gemachte Bemerkungen mittheilen. Sobald man über den Grad der Elektrisirung, welchen das Fundamentalelektrometer messen kann, gegangen ist, so wird der Gang des Megameters immer mehr schwankend, und endlich so sehr, daß es nur Sprünge und Fälle sind. Dieses ist die Wirkung der Zerstreuung des elektrischen Fluidums in die Luft, die nur stoßweise geschieht. Bey dem günstigsten Wetter ist diese Zerstreuung schon sehr stark, wenn das Elektrometer auf 40° ist; und sie nimmt mit der Vermehrung der Elektrisirung immer mehr zu. Daher kömmt es, daß immer

immer ein gewisses Verhältniß seyn muß, zwischen der Größe der Oberfläche des ersten Leiters, und der Kraft der Maschine; denn die gesammte Zerstreuung ist größer, auf einer größern Oberfläche; und wenn die Maschine nicht verhältnißmäßig mit der Größe des Leiters elektrisches Fluidum hergiebt, so erhebt sich der Grad der Elektrisirung um so weniger, als in diesem Betracht ein größrer Abstand ist. Das Megameter kann also dazu dienen, die Größe der ersten Leiters, in Beziehung auf die Kraft der Maschinen zu bestimmen; um zu gleicher Zeit die größten Funken, und den höchsten Grad der Elektrisirung zu erhalten. Zuvor aber muß die Erfahrung die beste Art lehren, das Megameter anzuwenden; wobey ich Schwierigkeiten gefunden habe. Der Grad der Elektrisirung nimmt zu bis zu einem gewissen Größten, wenn man die Maschine schnell dreht; aber alsdann schwingt die Kugel des Megameters so stark, daß, ohne ein eignes Studium ihrer Bewegungen, man über nichts urtheilen kann; und wenn man, um sie ruhig zu erhalten, die Maschine langsam dreht, oder die Zahl der Spitzen, welche das Fluidum annehmen, vermindert; so verbleibt man ohne Zweifel unter dem Größten in der Elektrisirung. Ich hatte darauf gedacht, das Stäbchen der Kugel, zwischen zween Bogen, die mit dem Barte einer Feder besezt wären, sich bewegen zu lassen, die sie, wenn sie sich entfernte, durch- aber nicht zurück ließen, und die man öffnen könnte, um sie wieder fallen zu lassen; dieses hatte ich vordem, bey dem Pendel eines Anemometers ausgeführt; es fehlte mir aber an Zeit, diese Idee auszuführen.

## §. 421.

Ich habe oben die Größe der Funken von dem Grade der Elektrisirung unterschieden, weil, wenn gleich elektrisirte Leiter von verschiedener Größe sind, die

Funken und Büschel des größern Leiters, größer als beym andern seyn werden. Wenn man einem ersten Leiter, einen Körper, der mit dem Boden in Verbindung ist, entgegen hält, so wird dieser Körper negativ, und das elektrische Fluidum häuft sich gegen den Punkt des ersten Leiters an, der ihm am nächsten ist. Je mehr der Körper vom ersten Leiter entfernt seyn wird, je größer muß der Unterschied zwischen ihnen werden, damit ein Funken ausfahre. Der Funken wird also bey einer größern Entfernung, oder häufiger bey einerley Entfernung ausfahren, wenn sich ein größrer Unterschied zwischen diesen entgegengesezten Punkten äußern kann. Die Ausdehnung des Leiters nun trägt hierzu bey, so wie die des Meers auf die Größe der Ebbe und Fluth. Ich habe mir also folgende Idee von dem Größten in der Ausdehnung des ersten Leiters für jede Maschine gemacht. Indem man ihn bis zu einem gewissen Punkt vergrößert, so wird man merklich die Funken vergrössern, ohne nach Verhältniß den Grad der Elektrisirung, wozu er wird gelangen können, zu vermindern, den das Megameter anzeigt. Ueber diesen Punkt hinaus aber, werden sich die Funken nicht mehr, nach Verhältniß wie der Grad der Elektrisirung abnehmen wird, vergrößern. Dieses ist alles, was ich bey dem wenigen Gebrauch meines Megameters wahrnehmen konnte. Die Natur meiner Versuche führte mich vielmehr darauf, kleine Grade der Elektrisirung zu bestimmen, und also eher auf Untersuchung und Studium eines Mikrometers als eines Megameters; und so bald ich mich mit dieser ersten Untersuchung zu beschäfftigen anfieng, so bot mir das Mittel, welches ich dabey gebrauchte, selbst Phänomene, welche die größeste Aufmerksamkeit verdienten, dar, welche, wenn sie richtig bestimmt sind, unmittelbar aufs Megameter anwendbar seyn werden.

§. 422.

Digitized by Google

§. 422.

Es war sehr natürlich, zu glauben, daß eine leichtere Kugel durch geringere Grade der Elektrisirung würde bewegt werden, und daß also, wenn man statt der beweglichen Kugel des Fundamentalelektrometers, um gewisser Verhältnisse leichtere Kugeln gebrauchte, es auf verschiedene Grade ein Mikrometer würde; mit der Bedingung, daß man Tafeln entwürfe, welche die Verhältnisse der Grade des Divergirens dieser verschiedenen Pendel mit den Graden der Intensität der Kraft, die sie in Bewegung sezte, angäben. Ich zweifelte nicht, daß man nicht schon eine solche Tabelle nöthig hätte, um von den Graden der Elektrisirung durch den Gang des Fundamentalelektrometers zu urtheilen; und ich wäre hierüber in Irrthum geblieben, wenn ich nicht daran gedacht hätte, Mikrometer zu machen. Durch sie bin ich also aus meinem Irrthum gebracht worden; ich werde dieses erklären, nachdem ich die Einrichtung meiner mikrometrischen Kugeln angezeigt habe.

§. 423.

Diese neuen Pendel werden auf einerley Art aufgehängt, wie der Pendel Fig. 3. Erste Taf. weil sie diesem müssen substituirt werden können: sie haben also auch einerley Länge, vom Aufhängepunkt bis zum Mittelpunkt der respektiven Kugeln n; aber diese Kugeln sind von verschiedener Größe und Substanz, die Kugel meines ersten Mikrometers ist von Hollunder-Mark; sie hat nur $4\frac{1}{4}$ Lin. im Durchmesser (0, 42 engl. Zoll) und statt eines Strohhalms zum Stäbchen, hat sie ein Hälmchen von Heu. Das Glasstäbchen zum Gegengewicht, ist auch dünner und kürzer als beym Fundamentalelektrometer; und statt einer, auf der Drehbank gemach-

gemachten Siegellackkugel ließ ich bloß eine kleine Masse davon an dem Ende des Stäbchens schmelzen, und rundete sie ab, so lange sie weich war, indem ich das Stäbchen zwischen den Fingern herumdrehte. Durch dieses Gegengewicht bestimme ich, den Grad des Widerstandes des Pendels, wovon der Grad seines Divergirens durch dieselben Grade der Elektrisirung abhängt. Wenn dies Elektrometer in Verbindung mit einem Fundamentalelektrometer ist, so muß seine Kugel sich auf 40° erheben, wenn die andre sich auf 4° erhebt; hiedurch werden, wenn man den natürlichen Gang der Pendel nicht in Betrachtung zieht, die Grade dieses ersten Mikrometers Zehntheile von denen des Fundamentalelektrometers seyn.

## §. 424.

Ich habe ein zweytes Mikrometer, das in allem, die Dimensionen ausgenommen, dem ersten ähnlich ist. Seine Kugel von Mark hat nur 2 ½ Lin. im Durchmesser (0, 22 engl. Zoll); das Hälmchen Heu, welches sie trägt, ist sehr dünn; die Röhre zum Aufhängen sehr leicht, und das Gegengewicht dem Gange, den diese kleine Kugel haben muß, proportionirt. Ich muß bey diesen beyden neuen Pendeln anmerken, daß, da ihre Kugeln kleiner als beym Fundamentalelektrometer sind, man die unbewegliche Kugel m (Fig. 1. Taf. 1.) an sie anrucken muß, damit sie denselben in ihrer vertikalen Lage begegne. Man kann ohne Mühe erhalten, daß das erste Mikrometer-Pendel alsdann frey spielt; dies ist aber bey dem zweyten sehr schwer, und ich mußte ihm einigen Ueberhang nach der Kugel m hin, lassen. Dieses lezte Pendel muß durch sein Gegengewicht justirt seyn, so daß wenn es, verbunden mit dem ersten Mikrometer elektrisirt ist, es 40° anzeige, wenn das andre

andre nur 4° angiebt. Auf diese Weise werden seine immer auf derselben Skale angezeigten Grade, Hunderttheile von denen des Fundamentalelektrometers. Dieselben Arten von Einrichtung dienen bey allen diesen Pendeln, und man substituirt sie einander nach Bedürfniß.

§. 425.

Dieses lezte Mikrometer ist, wenn es gut gemacht ist, eben so empfindlich als das Elektroskop des Hr. Cavallo. Ich ersetze, indem ich die Skale berühre, den kleinen Fehler, den ich öfters an dem meinigen lassen muß, um den entgegengesetzten Fehler zu verhüten; d. h. den kleinen Hang der beweglichen Kugel sich gegen die große Kugel zu bewegen. Die berührte Skale bringt eben die Wirkung hervor, als die kleinen Zinnblätter an den Seiten der Flasche des Elektroskops vom Hr. Cavallo; und es ist hinreichend zu versuchen, wenn die Kugel schon etwas divergirt, welche Vermehrung hierbey das Berühren der Skale hervorbringt, um hieraus auf den Grad der Elektrisirung zu schließen, wenn man die Skale berühren muß, um Bewegung in der Kugel hervorzubringen. Gelänge es, sie frey hängend zu machen, so würde sie sich, ohne diese Hülfe, durch eben so kleine Grade der Elektrisirung bewegen, als das Elektroskop des Hr. Cavallo. Es gelang mir zuweilen, und ich glaube, daß es geschicktern Arbeitern noch öfter gelingen wird.

§. 426.

Dies ist das wesentlichste, was ich über die Grundsätze und Einrichtung meines Elektrometers zu sagen hatte. Es ist vergleichbar; weil hier alles von Gewicht und Maaß abhängt; und es ist auf jeden Grad

der

der Elektrisirung anwendbar, durch sein Megameter und seine Mikrometer. Sein Gang aber ist noch ein Geheimniß, das von den Gesetzen des elektrischen Fluidums abhängt; und ich glaube, daß es an sich selbst eben so nützlich zur Entdeckung dieser Gesetze seyn wird, als irgend ein andrer Apparat, bey dem ich es zu dieser Entdeckung anzuwenden, angefangen habe. Dies werde ich, nachdem ich diese Apparate beschrieben habe, zeigen.

## Zehnter Abschnitt.

### Von einigen elektrischen Apparaten.

### §. 427.

Ich verdanke dem Hr. Volta, die allgemeine Idee elektrische Versuche mit Scheiben anzustellen. Er gebrauchte eine Scheibe, zum leitenden Körper, der auf sein Elektrophor gestellt werden mußte. Einige Physiker haben statt dessen, eine ~~gekrümmte~~ Belegung gebraucht, um die elektrophorische Wirkung durch eine größre Oberfläche zu verstärken; dies rührte aber aus Unkunde des Instruments her: denn da alle Modifikation ~~bey~~ der Berührung vorgeht; so verbreitete die der Scheibe zugesezte Kappe diese Modifikation nur über eine größre Oberfläche, und that zur Wirkung nichts hinzu. Ein größrer Ueberstand des Kuchens verhindert hinlänglich die Büschel bey der Trennung der Scheibe, wenn der Elektrophor in seinem höchsten Grade der Wirkung ist. Hr. Volta gebrauchte auch eine bloße Scheibe, ~~statt des~~ Condensators; denn auch hier geschieht alle Wirkung nur ~~bey der Berührung.~~ Endlich bewies er mit zween Scheiben von Holz, die mit Zinnblättern bedeckt, und von

von gläsernen Füßen, wie ein Feuerschirm getragen waren, sein System über die elektrischen Einflüsse, indem er an diese Scheiben das gewöhnliche Quadranten-Elektroskop anbrachte. Er war so gütig, da er sich zu London aufhielt, alle diese Apparate für mich machen zu lassen, und so fieng ich meine Versuche an.

## §. 428.

Wie ich allmählig auf die Ideen von dem Maaße in den Verhältnissen der Ursachen mit den Wirkungen, sowohl bey den elektrischen Einflüssen zwischen abstehenden Körpern, als in Betracht derer, welche die Oberflächen nicht leitender und langsam leitender Platten auf einander ausüben, gekommen war; so sahe ich, daß ein Paar mit Elektrometern versehene Scheiben, der erste Apparat sey, den ich zu vervollkommnen suchen müßte. Diese Scheiben und ihre Elektrometer haben in dem Lauf meiner Versuche sehr oft ihre Form verändert; und eine umständliche Erzählung der Gründe dieser Veränderungen würde nicht ohne Nutzen seyn; ich will aber nur diejenigen beschreiben, auf welche ich, nach vielmaligen Prüfungen endlich gekommen bin.

## §. 429.

Fig. 1. Taf. 2. stellt den Durchschnitt einer dieser Scheiben, auf ihrem Fuße und mit ihrem Elektrometer begleitet vor, das Ganze ist dabey um die Hälfte verkleinert. Den Schnitt der Scheibe selbst, durch ihren vertikalen Durchmesser, sieht man in a, b, b, a: sie ist von Messing, aus einem Stück gegossen, von vorne sehr flach abgedrechselt, und so dünn gemacht, als es die Beybehaltung ihrer Form erlaubt. Die Hülse b b nimmt mit starkem Reiben einen gekrümmten gläsernen Arm c d

auf.

auf. Dieser Glasarm ist solid und überfirnißt, und unten in eine messingene Kappe geküttet, die an das kreisförmige Blech e e gelötet ist. Die Höhe dieses Fußes muß so beschaffen seyn, daß der leitende Knopf der Elektrometer (Taf. 1. Fig. 1.) mit dem Mittelpunkte der Scheibe zusammentrifft. Die Basis f f ist von hartem Holze, mit einer dicken Bley-Platte belegt, und diese mit einem Stücke Tuch; damit sie leicht über einen glatten Tisch hingleiten könne. Ein solcher sehr grader, horizontaler, solider und hinlänglich großer Tisch ist bey diesen Versuchen ein unentbehrliches Geräth; denn die Scheiben müssen hier ihre Stelle verändern können, ohne daß die Kugeln ihrer Elektrometer Veränderungen in ihrer Lage, noch Stöße erleiden. Da man die Stange von Glas nicht vollkommen unter einem rechten Winkel krümmen kann, so ist an dem Fuße eine Stellungsvorrichtung, die aus zwey runden Blechen e e und g g besteht, wovon das leztere an die Basis befestigt ist. Diese durch Schrauben h h verbundene Bleche, werden durch zwo an den Enden des Durchmessers i des Blechs e e gestellte Spitzen, von einander gehalten. So daß, wenn man eine Schraube löst, und die andre zuschraubt, man die Ebne der Scheibe in eine vertikale Lage bringen kann, obgleich der gläserne Stab unter keinem rechten Winkel gekrümmt ist.

§. 430.

Das an diese Scheibe angebrachte Elektrometer ist dasselbe, welches ich oben (Taf. 1 Fig. 1.) beschrieben habe, seinen Fuß und Leiter ausgenommen; die Glasröhre m, welche ihm zum Fuße dient, geht in ein hölzernes Stück k k, das durch eine Schraube l an dem Arm c gehalten wird. Statt daß sein Leiter, wie bey den andern Elektrometern grade sey, krümmt er sich in o o, um sich hinter der Scheibe anzulegen.

§. 431.

Digitized by Google

## §. 431.

Bey den Versuchen, die ich anzeigen werde, muß man zwey ähnliche Instrumente haben, mit dem einzigen Unterschiede, daß zur Erleichterung der Beobachtung, wenn sie einander gegenüber sind, die Skale dieser zweyten Scheibe so liegen muß, wie man sie im Spiegel sehen würde. Denn obgleich die Skalen auf beyden Seiten verzeichnet seyn müssen, so fand ich doch, daß man leichter beobachte, wenn die Kugeln vor der Skale, als wenn sie dahinter sind. Wenn die beyden Scheiben sehr vertikal stehen, so müssen sie zu gleicher Zeit einerley Höhe haben: Fände sich hier einiger Unterschied, wenn der Glasarm unten in der Kappe angeküttet ist, so muß man es durch die Dicke der Basis ergänzen. Da dieses Paar Scheiben besonders zu Belegungen, bey der Kleistischen Platte, dem Elektrophor, dem Kondensator dienen muß; so müssen ihre beyden Oberflächen genau auf einander passen, damit sich jede so an die nicht leitenden oder langsam leitenden Platten anlege, auf welche sie wirken soll.

## §. 432.

Der Rahm, welcher diese verschiedenen Platten trägt, ist in Taf. I. Fig. 10. vorgestellt, und zwar nach dem Viertel der Dimensionen des Originals. Ein Brett aa, das ihm zur Basis dient, nimmt zween Pfeiler von überfirnißtem Glase bc und bc auf, vermittelst hölzener Stückchen, in welche sie befestigt sind, und die durch eine Schraube in das Brett gehen. Ein Glasstäbchen dd, das mit den Pfeilern oben verbunden ist, vermittelst hölzerner Aufsätze, deren Durchschnitte man in ee sieht, macht den Rahm vollständig. Die verschiedenen Platten, als ffff, sind in diesen Rahm durch seidne

Schnüre gehängt. Die Figur stellt eine bloße belegte Platte vor, die aus einer viereckigten Glasplatte, welche, den punktirten Cirkel ausgenommen, auf beyden Seiten überfirnißt ist, besteht, gegen welche sich die Scheiben von beyden Seiten anlegen: und da diese unabhängig von dem Rahme bleiben müssen: so ist das Brett, das ihm zur Basis dient, zu beyden Seiten in einem Bogen ausgeschnitten, zwischen den Punken a a, um den Füßen dieser Scheiben Platz zu geben, und damit sie sich also gegen die Platte stützen können. Die punktirten Dreyecke ffff sind Arten von Kappen von seidnem Stoff, in welche die vier Ecken der Glasplatte hineingehen, und welche eine seidne Schnur zu halten dienen, die durch die punktirte Linie, die um die Platte herum läuft, angezeigt ist. Diese Schnur ist auf die Dreyecke genähet, welche hiedurch stark befestiget sind, und andre Schnüre tragen, durch welche die Platte in der nöthigen Lage gehalten wird. Sie ist anfangs am Haken ii, durch eine Schnur, welche an die beyden obern Triangel genäht ist, aufgehängt; und da diese Haken sich längst dem Stäbchen dd bewegen können, indem man sie näher oder weiter rückt, so kann man die Höhe der Kleistischen Platte genau richten. Endlich machen 4 andre Schnüre gggg, die an die 4 Triangel genähet, und an die Stäbe gebunden sind, die Platte fest.

§. 433.

Die andern Theile dieser Figur, die ich erklären muß, haben die Absicht, die Platte durch sich selbst zu entladen; wovon ich die Gründe in der Folge sagen werde. Zu dieser Operation habe ich bewegliche Kugeln, welche sich auf solche Art an die Scheiben anlegen, daß, wenn man sie durch seidne Schnüre nähert, ich die beyden Scheiben in unmittelbare Verbindung mit einander bringe.

Digitized by Google

bringe. Eine von diesen Kugeln, mit ihrem Gestell auf die Scheibe an ihren Ort gesezt, ist in Taf. 2 Fig. 6. vorgestellt. Man sieht hier in a a den Schnitt von einer Hälfte der Scheibe, und von einem Stück Messing c c etwa ½ Zoll breit, welches mit einem Ende, das abgeschliffen ist, unter dem Rande der Scheibe gehalten wird, und durch das Reiben seines andern Endes, gegen die Hülse b. In den Punkt d, dieser Platte geht das krumme Stäbchen einer messingenen Kugel e, und wird hier durch ein Pflöckchen, um welchem sie sich bewegen kann, gehalten. Eine Feder f g trägt an dem Ende g einen kleinen Ring, welcher das Stäbchen der Kugel umfaßt, und hält diese in Entfernung; und vermittelst einer seidnen Schnur h kann man sie, in die punktirt vorgestellte Lage bringen.

## §. 434.

Ich komme wieder auf Taf. 1 Fig. 10. wo die Stelle der an die Scheiben angebrachten beweglichen Kugeln durch die punktirten Linien l k vorgestellt wird. Der benachbarte Stab der Kugeln k, trägt auf jeder Seite, einen kleinen messingenen Ring m, der mit einer seidnen Schnur angebunden ist. Die Schnüre, welche von den Kugeln ausgehen, kommen in diese Ringe, und laufen längst dem Stabe herab, in h, um an zwo zu beyden Seiten des Stabes liegende Rollen zu gehen, wie in n, und sich jenseits derselben zu vereinigen. Während daß man die Platte ladet, sind die Kugeln frey, und werden durch ihre Federn in Entfernung gehalten: und wenn man sie entladen will, so braucht man nur an den verbundenen Schnüren zu ziehen; wodurch sich die beyden Kugeln in k zwischen der Platte und dem Stabe begegnen.

§. 435.

Die Operationen in Rücksicht der Platte, kann man selbst auf dem Tische der Elektrisirmaschine vornehmen. Bey der gewöhnlichen Ladung bringe ich bewegliche Verbindungen zwischen eine der Scheiben und der ersten Leiter, und von der andern Scheibe mit dem Boden, an. Die erste dieser Verbindungen muß sehr lang seyn, um den Apparat so viel als möglich, außer dem Einfluß des ersten Leiters zu bringen: wenn die Ladung geendigt ist, so muß man diesen entladen, damit sein ganzer Einfluß in den folgenden Observationen wegfalle, und um seine Wirkung um so mehr zu vermindern, muß man die Ebne der Platte in die Richtung des ersten Leiters bringen, damit die Kugeln der Elektrometer sich seitwärts in einer Ebne bewegen, welche diese Richtung unter einem rechten Winkel schneidet. Wenn ich die Platte durch sich selbst lade, so nehme ich den ersten Leiter von der Maschine weg, und sezze statt seiner eine bloße isolirte Kugel hin, welche einen Rechen trägt. Ein dicker Messingdrath geht vom Reibzeuge im Kreise über den Cylinder der Maschine, auf 7 oder 8 Zoll weit entfernt, und bringt eine andre Kugel vor die Maschine, nachdem er zu der Spitze eines isolirenden Fußes, der ihn fest macht, hinläuft. Endlich sind zur Ladung bewegliche Verbindungen, an diese Kugeln und an die Scheiben angesezt, welche in einem Augenblick weggenommen werden können. Der Cylinder meiner Maschine hat 9 Zoll im Durchmesser; und seine Grundflächen, so wie auch ein Theil des Cylinders sind von innen und aussen überfirnißt; so daß der geriebene Theil eine Isolirung von 5 Zoll hat. Die ganze Ladung geschieht also durch den Apparat selbst, ohne Beyhülfe des Bodens oder der Luft; denn alles am Apparat ist isolirt und abgerundet: und man kann die Ladung in allen ihren

Graden

Graden einhalten, um ihre Wirkungen in den Belegungen, und auf die Platte zu prüfen.

§. 436.

Ich will nunmehro andre Scheiben beschreiben, die ich bey vielen Versuchen, und besonders bey denen gebraucht habe, welche, die im fünften Abschnitt dieses Kapitels erzählten elektrischen Einflüsse betreffen. Die meisten dieser Scheiben haben einerley Durchmesser mit denen, wovon ich so eben geredet habe, weil sie öfters zusammen gebraucht werden: sie sind von starkem und glattem Blech, und haben einen sehr glatten Rand, der über einem großen Eisendrath umgebogen ist. Die Art, wie sie von ihren Füßen getragen werden, ist in Taf. 2. Fig. 2. vorgestellt. Ein messingener Zapfen a a geht vermittelst einer Schraube in ein Stück, das auf den Rand der Scheibe gelöthet ist; dadurch kann ich sie, bey den Versuchen mit den aufgehängten Scheiben, wovon ich oben geredet habe (§. 380.), wegnehmen Dieser Zapfen geht in ein hölzernes Stück b b, welches selbst in eine Röhre von überfirnißtem Glase c c tritt: diese Röhre ist von solcher Länge, daß mit dem hölzernen Stück e, womit sie unten verbunden ist, und mit einer Basis, in welche dieses Stück durch eine Schraube hinein geht; die Scheiben dieser Art einerley Höhe haben, mit den oben beschriebenen.

§. 437.

Die Füße der Stützen dieser Scheiben, sind jedesmal nach den Fällen verschieden; ich muß aber besonders diejenigen beschreiben, welche ich bey ihnen in den Versuchen mit den Gruppen von 3 Scheiben, wovon ich im fünften Abschnitt gesprochen habe, anbringe. Taf. 2. Fig. 3. ist der Grundriß von einer solchen Gruppe, nach



Digitized by Google

dem vierten Theil aller ihrer Dimensionen. Das Brett, welches die Scheiben mit ihren Elektrometern trägt, und auf dem sich zwey davon bewegen, ist durch a a b b vorgestellt: seine Ausdehnung nach der Seite b b muß groß genug seyn, um die Elektrometer zu tragen; wenn man nicht lieber ein abgesondertes Brett von derselben Dicke haben will, das an die Seite von jenem gelegt wird, welches auf Eins hinaus läuft. Die Ebnen der 3 Scheiben sind durch die punktirten Linien A, C, B vorgestellt, auf einen Zoll weit von einander: dies ist die größte Nähe, welche ihre Basis verstattet. Die Glasstäbe, welche diese Scheiben tragen, sind ungleich; der von der Scheibe A ist länger als die beyden andern, um die ganze Dicke der Basis von diesen, weil er unmittelbar auf das Brett in a a befestigt ist. Da diese 3 Scheiben also von gleicher Höhe sind, so müssen sie die Höhe der Scheiben Taf. 2. Fig. 1. haben. Die beweglichen Grundflächen der Scheiben C und B, nämlich c c c und b b b, verstatten den Scheiben ihrer Gestalt nach, sich wie man es in der Figur sieht, zu nähern; sie müssen mit Bley überzogen seyn, damit sie mehr Festigkeit erhalten. Zwo kleine Leisten a a und d d dienen dazu, daß diese Scheiben C und B leicht auf derselben Linie fortschlüpfen, wenn man sie von einander und von der Scheibe A entfernen will; und parallele Linien, die auf das Brett, welches sie trägt, einen Zoll von einander gezeichnet sind, zeigen unmittelbar die Abstände zwischen den Scheiben an. Die Leiter endlich, welche bey einigen Theilen der Versuche müssen angebracht, und bey andern weggenommen werden, werden von isolirenden Füßen, die in e e auf der Basis der Scheibe C befestigt sind, getragen.

§. 438.

## §. 438.

Wie ich die Versuche mit diesen Gruppen aus einander sezte, nahm ich ihrer zwo an; die eine B, C, A elektrisirte ich, und auf die andre a, c, b äußerte sich der Einfluß dieser erstern. Es ist aber nicht nöthig wirklich 2 Gruppen zu haben; denn es würde zu beschwerlich seyn, sie auf einmal zu beobachten. Ich gebrauche also dieselbe Gruppe, bey 2 Klassen von Versuchen, und eine Scheibe Fig. 1. dient wechselsweise statt der andern Gruppe. Wenn ich also die Wirkungen des Einflusses eines elektrisirten Körpers auf eine ähnliche Gruppe beobachten will, gebrauche ich statt der Gruppe B, C, A um diesen Einfluß zu bewirken, die Scheibe Fig. 1. und alsdann werden die beschriebenen die Gruppe a, c, b. Wenn ich hernach beobachten will, was der elektrisirten Gruppe selbst begegnet, durch den Einfluß, den sie auf andre Körper ausübt, so elektrisire ich diese Gruppe Fig. 3. welche alsdann die Gruppe B, C, A wird, und lasse sie ihren Einfluß auf die Scheibe Fig. 1. ausüben.

## §. 439.

Die Verbindungen, deren ich bey diesen und andern Versuchen gedacht habe, sind bloße messingene Dräthe an ihren Enden in Ringe gedreht, so wie der, wovon man einen Theil, in a a Fig. 4. sieht. Diese Dräthe sind an den Stäbchen von überfirnißtem Glase, durch ein kleines, um das Stäbchen gewundenes Band, befestigt. Man sieht die Gestalt dieser Verbindung in Fig. 5. wo der kleine Cirkel a, den Durchschnitt des messingenen Drathes vorstellt, der durch das Band c c, welches in b stark gebunden ist, angedrückt wird. Die Länge dieses messingenen Drathes muß nach dem Abstand der Körper verschieden seyn, und man kann sie verändern,

 wenn

wenn man den Ring unter das Band zur Seite gehen läßt; und wenn das Band nachläßt, und den Drath nicht steif genug hält, so kann man es mit Wachs befestigen. Bey kurz daurenden Versuchen, ist es hinlänglich, wenn dieser Drath an dem Ende eines Stäbchens sizt, das man in der Hand hält; bey denen aber, welche wiederholt werden müssen, wo man wechselsweise die Verbindungen anbringen und wegnehmen muß, und wobey man den Apparat zum voraus zubereiten kann, müssen sie sich im Charnier über einem isolirenden Fuße bewegen; wie man in Fig. 4. sieht. Das Stäbchen b wird alsdann an ein hölzernes Stückchen cc befestigt, das durch ein Charnier an ein andres Stückchen d d anpaßt, welches von dem gläsernen Stabe e getragen wird. Da sich das Stäbchen b in dem hölzernen Stückchen cc drehen kann, so kann man dem leitenden Drathe die nöthige Neigung geben, damit er zugleicher Zeit, an 2 Körper, in welcher Lage sie auch seyen, sich anlege; auf welchen er sodann durch sein eignes Gewicht ruhen muß, und durch eine seidne an sein Stäbchen befestigte Schnur kann man ihn, wenn es nöthig ist, wegnehmen.

§. 440.

Ein andres Stächen von überfirnißtem Glase, das dem in Fig. 5. ähnlich ist, hält auf dieselbe Weise einen an seinen beyden Enden zugespizten Messingdrath, dessen Gebrauch bey allen diesen Versuchen sehr wichtig ist. Die Elektrometer sind fast gänzlich unnüz, wenn man Körper durch Funken elektrisirt, denn sie machen, daß die Kugeln wie Pendel, welche einen Stoß empfangen haben, schwingen; und ehe sie ruhig stehen, ist die Elektrisirung schon großen Theils zerstreuet. Ich gebrauche also diesen an beyden Enden spizigen Drath, um das elektrische Fluidum in Körper zu bringen, indem ich ihnen eine

eine der Spitzen entgegen halte, und die andre dem Knopf der Flasche nähere. Die Kugel hebt sich sodann allmählig; und wenn sie bis zu dem verlangten Punkt gekommen ist, so zieht man den Drath gegen den Knopf der Flasche, die man zu gleicher Zeit entfernt. Eben dieser Drath ist zu den abgemessenen Entladungen nothwendig. Wenn man Versuche über die correspondirenden Gänge der Grade der Elektrisirung und ihrer Einflüsse macht; so kann man ihnen einige Zeit durch die bloße freywillige Entladung des elektrisirten Körpers folgen. Ist aber die Elektrisirung unter 10° gebracht, so geschieht bey günstigem Wetter, (und ohne dem kann man nie arbeiten) die freywillige Entladung äußerst langsam. Man muß sie alsdann beschleunigen, indem man dem Körper eine Spitze des Drathes entgegenhält; und sogar endlich, indem man der andern Spitze den Finger nähert. In den Versuchen, wodurch Hr. Volta bewiesen hat, daß der elektrisirte Körper, indem er auf einen andern Einfluß hat, selbst dessen Einfluß erleidet (welche Versuche darinn bestehen, daß man nach und nach eine Scheibe elektrisirt, in dem Maaße, wie man die andre auf entgegengesezte Art durch Berührung elektrisirt); halte ich, um die Schwingungen der Kugeln zu vermeiden, welche alle Genauigkeit in der Beobachtung verhindern, in der rechten Hand die Flasche, und in der linken das gläserne Stäbchen, welches den Drath mit zwo Spitzen trägt, und einen andern leitenden Drath, der sich in einen spitzen Haken endigt: der erste dient dazu, eine Scheibe zu laden, und der lezte, die andre Scheibe zu berühren: hiedurch verrichte ich diese alternativen Operationen fast so geschwind, als die Person, der ich die Resultate diktire, schreiben kann; weil bey den Kugeln kein merkliches Schwanken ist.

## §. 441.

Ich will die Beschreibung meiner vorzüglichsten elektrischen Apparate, mit den verschiedenen nicht leitenden Platten endigen, die ich als Kleistische Platten und Elektrophore gebraucht habe. Sobald ich die Zerlegung der Phänomene der Leidner Flasche durch die Kleistische Platte unternahm, fielen mir meine vorigen Ideen, andre nicht leitende Platten statt des Glases zu gebrauchen, wieder ein. Ich dachte anfangs nicht an eine isolirte Platte; ich folgte meiner ersten Methode, eine metallische Platte, mit einer nicht leitenden Substanz zu bedecken. In dieser Absicht ließ ich eine Scheibe von Eisenblech, einen Fuß in Durchmesser machen, welche sehr eben war, und einen dicken glatten Rand hatte; ich zerstieß das beste Siegellack, und siebte es auf ihre Oberfläche von der Seite des Randes, so daß ich sie damit dünn bedeckte, und ließ dies Lack schmelzen, welches einen bloßen Firniß gab. Ich will hier nicht einiger Unbequemlichkeiten gedenken, die ich bey dem rothen Lack fand, noch von den Mitteln dagegen reden; kurz eine solche Lackplatte, so dünn, wie eine Spielkarte, ladet und entladet sich wie eine Glasplatte.

## §. 442.

Wie ich die Versuche mit dieser ersten Lackplatte verfolgte, fand ich dabey einige Dunkelheit, wegen der Belegung die davon, wie bey den gewöhnlichen Elektrophoren unzertrennlich war: die Phänomene dabey waren merklich von denen bey der Glasplatte verschieden, und ob ich gleich die Ursache davon zu finden glaubte, so bedauerte ich doch, mich nicht davon unmittelbar durch eine isolirte Siegellackplatte überzeugen zu können: endlich erhielt ich eine eben so große, und so dünne wie

die

die erste. Ich nahm einen Reif von einem dicken Messing-Drath, und nähte dicken Flor wie eine Trommel ausgespannt, darüber. Ich siebte hernach Siegellack darauf, durch ein etwas gröberes Sieb, als bey dem Eisenblech, und ließ es schmelzen. Diese Operation war schwer, aber dadurch, daß ich dem Flor über oder an dem Feuer verschiedene Lagen gab, oft umdrehte, Lack wo es fehlte, zuthat, und wo es sich anhäufte, wegnahm, glückte es mir endlich eine Platte von Siegellack zu erhalten, welche von der gewöhnlichen Dicke des Eisenblechs war, wobey der Flor gänzlich verschwand, mit der ich viele Versuche gemacht habe, und welche noch meine beste Kleistische Platte ausmacht.

## §. 443.

Diese beyden Arten von belegten Platten, die aus Siegellack gemacht waren, sind wie die bloßen Glasplatten, die ich anfangs gebrauchte, wahre Elektrophore nach der gewöhnlichen Ladung und Entladung. Ich habe mit ihnen niemals durch das bloße Reiben, so große elektrophorische Wirkungen hervorbringen können, als wie aus dieser ersten Methode entspringen. Dieses Vermögen erhält sich auf dem Lack lange; das bloße Glas aber, bringt zwar anfangs große Wirkungen hervor, sie zerstreuen sich aber bald. Als ich diesen Unterschied wahrnahm, wollte ich wissen ob er von einer langsamen Durchdringlichkeit des Glases für das elektrische Fluidum herrührte, oder weil die Luft es ihm leichter raubte und wiedergäbe, als dem Lack, oder endlich, weil es sich hier leichter nahe beysammen fortpflanzte. In dieser Absicht bedeckte ich die Mitte einer Glasplatte, mit einem papiernen Cirkel, so groß wie meine Scheiben, der mit dem Rande angeleimt war, ich bedeckte die übrige Platte mit Siegellack; und indem ich diese neue Platte

geladen

geladen und entladen hatte, so fand ich sie wie ein Elektrophor. Alsdann fehlte sehr wenig, daß sie nicht das elektrophorische Vermögen so lange behalten hätte, als die Platten von Siegellack. Es scheint also, daß die kurze Dauer dieses Vermögens, ehe ich gewissermaßen das elektrische Fluidum durch das Siegellack eingeschlossen, daher rührte, daß es über das Glas nach und nach fortschlüpfte. Der kleine Unterschied, den man noch zwischen diesem Elektrophor und denen aus Lack findet, rührt ohne Zweifel daher, daß die Luft hier mehr Macht hat. Ich habe hernach dieselben Wirkungen mit bloßen Lackfirnissen hervorgebracht; und ich zweifle nicht, daß genug Schichten von diesem Firniß auf eine Platte von Eisenblech gelegt, daraus eine Kleistische Platte und ein Elektrophor machten.

§. 444.

Diese verschiedenen Platten, in den Rahm aufgehängt, Taf. 1. Fig. 10. haben zur Belegung zwo Scheiben, so wie die, welche in Taf. 2. Fig. 1. vorgestellt ist, und unter derselben Gestalt habe ich meine Versuche mit dem Kondensator gemacht. Die Gattung der langsam leitenden Platte, welche mir am beständigsten zu diesem Gebrauche geschickt schien, ist der Wachstaffent, den man nach seiner Beschaffenheit zwey oder drey mal zusammen legt, und in einen Reifen von einem dicken Messingdrath, einen Fuß im Durchmesser ausspannt; dieses giebt eine hinlängliche Isolirung zwischen meinen beyden Scheiben. Ich habe oft größre Wirkungen mit einer weißen Marmor Platte erhalten; aber nur nachdem ich sie lange ans Feuer, um sie zu trocknen gehalten hatte, und sie verlor sehr bald dieses große Vermögen. Es ist aber nützlich die Wirkungen zu verschiedenen Zeiten, und indem man Platten von verschiedenen

Dicken

Digitized by Google

Dicken gebraucht, zu zergliedern; weil man durch die Veränderungen der Modifikationen der beyden Belegungen, die Ursachen der Verschiedenheit der Phänomene dieser Platten, entdeckt.

§. 445.

Dieses sind die vorzüglichsten elektrischen Apparate, auf welche ich bey meinen Untersuchungen geführt bin, und die, wie ich glaube, merkwürdige Resultate geben. Ich muß hier aber noch aus Erfahrung zusetzen, daß man diese Untersuchungen nicht mit Nutzen verfolgen kann, wenn man nicht unaufhörlich die Apparate vermehrt und abwechselt. So wie man in der Analyse dieser Phänomene weiter kömmt, entdeckt man hier neue Umstände, welche uns aufhalten würden, wenn man ihre Ursachen nicht ausfände. Sodann muß man die Versuche also variiren; hieraus entspringen neue Ideen, und bald neue Kenntnisse, wenn man alles zur Hand hat, um seine Muthmaßungen zu bestätigen. Man muß aber die Apparate verändern, oder von neuem machen können, in dem Augenblick selbst, da man eine Ursache der Modifikation muthmaßet; d. h. ehe der Eifer erkaltet, oder die günstige Zeit aufhört, und die Ideen verschwinden: und wenn diese ersten rohen Apparate einen guten Erfolg hoffen lassen, so prägen sie die Ideen tiefer ein, und man verfolgt sie sodann mit Muße und regelmäßiger. Ich werde also denen, welche sich diesen Versuchen widmen wollen, rathen, immer einen Vorrath an verschiedenen Sachen, die hiebey gebraucht werden können, zur Hand zu haben, wovon folgendes die vorzüglichsten sind. Man muß zuerst isolirende Stützen in dem Augenblick, da man ihrer nöthig hat, unter jeder Gestalt machen können: hiezu werden hölzerne Stücke dienen, wie e Taf. 2 Fig. 2. von verschiedener Dicke, mit ihren gehörigen

Füßen.

Füßen. Man kann alsdann bald einen Glasstab an diese Stücke setzen, von welchem man alsdann das, was man nöthig hat, tragen läßt. Dicke Glasröhren sind zu diesen Stützen sehr geschickt, weil man hier leicht hölzerne Stücke durch einen Zapfen anbringen kann, auf welche man nachgehends, was man will, befestigt. Man muß auch einen Vorrath von soliden Glasstäbchen haben, von der Größe einer Nadel, bis zu der, einer Schreibfeder; um kleine Träger oder isolirende Arme zu machen: von Lackfirniß, um ihn auf alle diese Glasstücken zu bringen: Seide von verschiedenen Graden der Feinheit; und seidne Schnüre: Schilf, Stroh, Heuhalme, welche in Verhältniß mit ihrem Gewicht, die unbiegsamsten leitenden Stäbchen abgeben: leichte metallene Kugeln von verschiedener Größe, mit kleinen Löchern, um die Stäbchen aufzunehmen; oder wenigstens vergoldete Korkkugeln statt jener: Kugeln von Hollundermark; von gutem Siegellack; von gelben Wachs. Außerdem hat man noch den gewöhnlichen Vorrath an Werkzeugen und Materialien nöthig, die man unumgänglich bey der Experimental-Physik gebraucht, wenn man sich nicht begnügen will, der gewöhnlichen Bahn zu folgen.

§. 446.

An diesen leztern Beschreibungen wird der Leser merken, daß ich auf meinen Rückzug bedacht bin; und ich gestehe, daß ich sie auch aus diesem Grunde gegeben habe. Die beschriebenen Apparate sind bestimmt, um die Versuche, welche mich allmählig darauf brachten, zu wiederholen; wenn ich aber bey mir alle meine Plane, in dem Maaße wie ich die zu ihrer Ausführung erdachten Mittel beschrieb, überdenke so erinnere ich mich an die Schwäche meiner Kräfte. Jede Reihe von Versuchen, zu denen ich diese Apparate bestimmt habe, erfodern ein sehr gutes Gesicht,

Gesicht, anhaltende Anstrengung, und die Fähigkeit immer nach Gefallen und Erforderniß zu arbeiten. Wenn man aber 60 Jahre alt ist, und Pflichten zu erfüllen hat, so ist es Zeit, wenn man noch in der Verfolgung wichtiger Untersuchungen, welche diese Kräfte erfodern, sich befindet, die Fortsetzung andern zu überlassen. Diese Betrachtung, welche sich in dem Maaße, wie ich mich an meine vergangene Laufbahn und meine Aussichten sie zu verfolgen, erinnere, verstärkt, hat die Gränzen dieses Werks sehr erweitert; weil sie mich allmählig in größre Ausführlichkeit gebracht hat. Ist einiger Nutzen dabey diese Aussichten zu erfüllen, so darf ich nicht mehr auf meine eignen Kräfte rechnen.

## §. 447.

Die noch zu machenden Untersuchungen über die Gesetze des elektrischen Fluidums, sind so beschaffen, daß ihr Ganzes mir am meisten schwer wird; sobald ich dies empfand, wandte ich mich auch auf die Hygrometrie, und fand hier ein eben so weitläuftiges Feld. Ich konnte den Theil meines Werks, welcher von diesem leztern Gegenstande handelt, nicht mehr erweitern, weil er schon gedruckt war; ich habe dies aber dadurch ersezt, daß ich mein Hygrometer den Händen der Künstler *) über-

*) Die H H. Nairne und Blunt haben dies übernommen, und nach dem was ich davon gesehen habe, zweifle ich an ihrer guten Ausführung nicht. Hr. Hurter (bekannt durch seine vortrefliche Luftpumpe, die Hr. Cavallo in den Phil. Transf. vom Jahr 1785 beschrieben hat, und der sowohl für seine eigne, als andre in diesem Lande gemachte Instrumente, auswärtige Commissionen annimmt) will auch die Ausführung dieses Hygrometers unternehmen.

übergebe, damit es durch sie und von den Liebhabern denen sie es werden verschaffen können, geprüft und vervollkommnet werden könne. Ich wünsche auch, daß sein Gang mit dem Hygrometer des Hr. von Saussure, genauer als ich es durch ein einziges thun konnte, verglichen werden möchte; und daß diese Gänge selbst in Vergleichung mit der Feuchtheit könnten studiert werden. Ich halte diese leztre Unternehmung für sehr schwer; das Hygrometer ist aber in der Chemie und Meteorologie so nothwendig, daß die Schwierigkeiten selbst zu weiterer Untersuchung anreizen werden.

## §. 448.

So schwach aber auch meine wirklichen Kräfte gegen meine Plane sind, so denke ich jedoch noch nicht die Experimental-Physik zu verlassen; ich werde sie nach meiner Neigung, so lange ich kann, treiben: ich werde es aber mit mehrerer Freyheit des Geistes thun können, wenn ich hoffen darf, daß, wenn auf den Bahnen, die ich so lange verfolgt habe, etwas zu entdecken ist, andre hier schneller als ich fortgehen werden. Ich will also im folgenden Abschnitte die Versuche anzeigen, die ich mir anzustellen vornahm, um die Gesetze des elektrischen Fluidums zu bestimmen; und ich will in dem lezten Theile dieses Werkes die allgemeinen Bemerkungen nach der Summe der beobachteten Phänomene sammlen, die ich über die Meteorologie angestellt habe.

## Eilfter Abschnitt.

### Entwurf zu elektrischen Versuchen.

§. 449.

Mein vorzüglichster Grund, als ich mich aufs neue den elektrischen Versuchen überließ, war, die Muthmassungen über die Natur des ausdehnbaren Fluidums, wovon die Phänomene dieser Klasse herrühren, welche die Theorie des Hr. Volta bey mir erregt hatte, zu bestätigen. Die Untersuchungen, welche ich bisher gemacht habe, scheinen mir seine vorzüglichsten Charaktere bestimmt zu haben: ich glaube aber, daß man noch weiter gehen müsse, weil ein gründliches Studium, dieses schon sehr zarten Fluidums, das aber zum Glück haltbar ist, uns lehren kann, andre Flüssigkeiten anzunehmen, die eben so oder noch zarter und an sich selbst unmerkbar sind, deren Daseyn sich aber durch die Phänomene zeigt. In dieser Absicht habe ich alle Apparate zubereitet, die ich bisher beschrieben, und will jezt die vorzüglichsten Versuche erklären, wozu ich sie bestimmt habe. Es giebt wenige Gegenstände, welche wichtigere und sicherere physisch-mathematische Untersuchungen darböten; und daher hoffe ich, daß es mehr als eine Klasse von Gelehrten interessen wird.

### Erste Klasse von Versuchen.

§. 450.

Die Untersuchungen, welche ich vorschlage, betreffen vorzüglich die elektrischen Einflüsse: hierunter verstehe ich jederzeit die Wirkungen eines besondern Fluidums, welches alle Körper durchstreicht, chemische Verwandschaften ausübt, und welches, mit einer ge-

wissen Substanz verbunden, die selbst gewissen Gesetzen folgt, das elektrische Fluidum ausmacht, und die meisten seiner Modifikationen hervorbringt. Diese Untersuchungen in allen ihren Zweigen, erfodern also gründliche Kenntniß der Sprache des Elektrometers. Es ist nicht hinlänglich, daß dies Instrument vergleichbar sey; man muß das Verhältniß seiner Grade mit der Intensität der Elektrisirung der Körper, kennen. Ohne diesen neuen Schritt ist es unmöglich, in der Kenntniß der Modifikationen des elektrischen Fluidums weiter zu kommen. Ich habe zween vorzügliche Wege zu dieser Entdeckung ausgesonnen; wovon ich erst den weniger direkten anzeigen will, weil er schon einen Begriff von der Gattung von Versuchen geben wird, die ich mir vorgesezt habe, und weil er zu gleicher Zeit Umstände enthält, welche auf den direktern Weg anwendbar sind.

## §. 451.

Der mechanische Grundsatz des beschriebenen Elektrometers ist sehr einfach. Eine gewisse Kraft zieht sein Pendel aus dem Zustande der Ruhe, und hebt es auf eine gewisse Größe. Wenn also keine physische Ursache auf dies Pendel wirkte; wenn es nur den Gesetzen der Mechanik gehorchte, so würde die Elektrisirung der Körper, welche hier die bewegende Kraft ist, dem Queersinus, des von dem Pendel durchlaufenen Winkels proportional seyn. Aber ein erster Versuch lehrte mich, daß der Gang des Elektrometers von andern Ursachen afficirt werde. Als ich mein erstes Mikrometer-Pendel gemacht hatte, dessen Gegengewicht auf die Art justirt ist, daß, wenn es verbunden mit dem Fundamentalelektrometer elektrisirt wird, es auf seiner Skale 40 zeigt, unterdessen dieses nur 4 angiebt; so erwartete ich, daß, wenn ich von diesen correspondi-

renden

renden Punkten 40 und 4 aus- und durch die freywillige Zerstreuung der Elektrisirung zurückgienge, der anfangs langsame Gang des ersten Pendels, sich in Vergleichung mit dem andern beschleunigen würde; und daß man überhaupt Tabellen entwerfen, oder Formeln finden müsse, um die unmittelbaren Beobachtungen an allen diesen Elektrometern auf wahre Grade der Elektrisirung zu reduciren. Statt dessen aber sahe ich, daß diese erste kleine Kugel merklich auf 30° kam, wenn die große bey 3° war, und diesem Verhältnisse bis zur Ruhe folgte: eben so verhielt es sich mit den correspondirenden Gängen des zweyten und ersten Mikrometers. Da also die kleinen Kugeln nicht den bloßen Gesetzen der Mechanik folgen, so kann man nicht weiter glauben, daß das Fundamentalelektrometer ihnen folge; und es ist offenbar, daß diese Gesetze sich mit einer physischen Ursache in den Kugeln selbst verflechten.

## §. 452.

Sobald ich das Daseyn dieser Ursache vermuthet hatte, entdeckte ich sie auch. Die Ursache, welche die Kugeln oder eine von beyden divergiren macht, liegt in ihnen selbst; es ist eine gewisse Menge an elektrischer Materie, im Ueberschuß oder im Mangel gegen das umgebende Mittel; und die Kraft wodurch sie divergiren, ist unmittelbar dieser Menge proportional: ich will sie im Ueberschusse annehmen, der Bequemlichkeit des Ausdruckes wegen. Ein durch eine gegebene Menge elektrisirter Körper, theilt mehr elektrische Materie, einer einzigen Kugel mit, die von ihm in gewisser Entfernung ist, als er ihr mittheilen würde, wenn eine andre neben ihr wäre, die zugleich davon aufnähme; weil sie auf einander Einfluß haben, und also gegenseitig die ausdehnende Kraft ihres elektrischen Fluidums vermehren



Digitized by Google

ren würden; dieses würde die Menge, welche der Körper ihnen geben könnte, vermindern, nach Verhältniß wie sie näher wären. Hieraus folgt, daß in dem Maaße wie die Elektrisirung eines Körpers sich vermehrt, die Kugel seines Elektrometers sich durch zwo Ursachen hebt: die erste ist unmittelbar, weil nämlich mehr elektrisches Fluidum in die Kugeln kömmt; die andre hängt von den elektrischen Einflüssen ab, weil in dem Maaße, wie die bewegliche Kugel sich von der andern entfernt, sie beyde mehr Vermögen erhalten, elektrisches Fluidum zu fassen. Aus den vorläufigen Versuchen nun, wovon ich geredet habe, schiene, daß diese leztere Ursache, die Wirkung der mechanischen Ursache, welche die Bewegungen der Pendel bestimmt, aufhöbe, und daß der winkligte Gang (angulaire) des Elektrometers, dadurch den Graden der Elektrisirung proportional wird; dieses würde sehr bequem seyn, es verlangt aber mehrere Prüfung.

§. 453.

Die zwey Mikrometer-Pendel, denen ich diese Bemerkung schuldig bin, so wie das Megameter-Pendel (mit welchem in Vergleichung das Fundamentalelektrometer demselben Gange folgt) gaben mir schon ein Mittel, drey verschiedene Folgen von correspondirenden Beobachtungen über die Gänge der Pendel von verschiedenen Gewichten anzustellen; die Verschiedenheit der Kugeln aber, bey den comparativen Versuchen, ließen mich befürchten, daß hieraus eine, den allgemeinen Gesetzen fremde Modifikation entspringen möchte, und ich suchte daher, verschiedene Grade des Widerstandes bey gleichen Kugeln zu erhalten, und das Gegengewicht des Fundamentalelektrometers gab mir das Mittel dazu. Man wird sich noch erinnern, daß, wenn

die

die bewegliche Kugel dieses Elektrometers, von einer Seite horizontal auf seine Zapfen gestüzt ist, und mit der andern auf einer Wage ruht, es auf dieser 30 Gran wiegt, und daß, wenn sie nur ihr gewöhnliches Gegengewicht hat, sie nur $7\frac{1}{2}$ Gran wiegt (§. 411.). Um also den obigen Zweck zu erhalten, brachte ich bey ihr 2 andre Gegengewichte an, die ich nach Gefallen wegnehmen und wieder ansetzen konnte; durch das eine wiegt sie auf der Wage 15 Gran, und durch das andre $22\frac{1}{2}$. So habe ich also 4 verschiedene Pendel, welche dieselbe Kugel tragen, deren Widerstände beym Verrücken, in der arithmetischen Progression 1, 2, 3, 4, sind; hiedurch werden sich die elektrischen Einflüsse einfacher offenbaren, als durch die Pendel wovon ich oben redete. Da das Fundamentalelektrometer in dieser Reihe die Einheit ist, so wird es nach und nach mit den Elektrometern verglichen werden, deren Widerstand des Pendels doppelt, dreyfach und vierfach seyn wird. Wenn man also berechnet hat, was ihre correspondirenden Gänge seyn müßten, wenn sie bloße durch einerley Kraft bewegte Pendel wären; so wird der Unterschied zwischen der Beobachtung und dem Resultat der Rechnung wichtige Stücke über den Gang der elektrischen Einflüsse geben, weil dieser Unterschied von ihnen herrühren wird.

§. 454.

Indessen werden diese unmittelbar gegebenen Stücke noch zergliedert werden müssen, wegen zweer den Kugeln fremden Umständen: der erste ist der Einfluß der Skale, welcher nach der Lage der beweglichen Kugel variirt; der andre ist der Einfluß des elektrisirten Körpers, bey dem man das Elektrometer anbringt. In diesem leztern Betracht, zeigt sich ein leicht zu befolgender Weg; man muß nämlich erst die Reihe von Versuchen machen,

 wovon

wovon ich eben sprach, indem man bloß die Stangen der verschiedenen Pendel unter einander in Verbindung bringt; und hernach sie verschiedentlich an verschiedene Leiter sezt; wodurch man die Einflüsse derselben entdecken wird.

## Zweyte Klasse von Versuchen.

### §. 455.

Ich komme nun auf ein direkteres Mittel die Sprache des Elektrometers zu entdecken, und ich will davon zuerst die Anwendung auf den wichtigsten beschriebenen Apparat machen, nämlich auf die Scheibe Taf. 2. Fig. 1, welche allein, oder mit einer andern ähnlichen Scheibe zu einer großen Anzahl von elektrischen Versuchen dient. Wir haben bey der Elektricität so wie bey der Hygrologie ein absolutes Null, wovon die Phänomene ausgehen, und bey der erstern ist dies Null der elektrische Zustand des umgebenden Mittels. Die Grade der Elektrisirung der Körper, sind die Größen, um welche die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums bey ihnen auf die eine oder die andre Art, von dem elektrischen Zustand des Mittels verschieden ist. Wenn man zween gleiche und ähnliche, aber verschiedentlich elektrisirte leitende Körper hat, und sie unter sich in leitende Verbindung bringt, ohne daß sie auf einander Einfluß haben, so werden sie dieselbe Elektrisirung erhalten, welche das arithmetische Mittel zwischen denen, die sie vorher abgesondert hatten, seyn wird. Ich nehme an, daß man die beyden ähnlichen Scheiben nehme, wovon ich eben redete, daß man eine davon in dem Zustande des Mittels lasse, und die andre zu 40° ihrer Skale elektrisire, und sie dann in Verbindung bringe: die Elektrisirung derjenigen, die man aus dem Zustande

des

des Mittels gezogen hat, wird sich unter sie um die Hälften vertheilen. Nennt man also diesen Grad der Elektrisirung einer Scheibe 40; so wird die mittlere Elektrisirung beyder 20 seyn. Wenn man die Verbindung der Scheiben wegnimmt, eine von beyden aufs neue zu 40 erhebt, und sie dann wieder mit der andern in Verbindung bringt, so wird ihre mittlere Elektrisirung $\frac{20 + 40}{2} = 30$ seyn. Durch ein drittes ähnliches Verfahren wird die mittlere Elektrisirung $\frac{30 + 40}{2} = 35$, u. s. w. Dieses Beyspiel ist hinreichend um zu zeigen, daß, wenn man verschiedentlich aliquote Theile desselben Grades der Elektrisirung verbindet, man unmittelbar eine Tabelle von der Uebereinstimmung der Grade des Elektrometers mit den wirklichen Intensitäten der Elektrisirung, entwerfen könne.

## §. 456.

Dieses ist die Theorie dieser Methode; ihre Ausführung wird aber schwer seyn. Zuerst wird die freywillige Zerstreuung des elektrischen Fluidums schwerlich so große Grade der Elektrisirung anzuwenden erlauben; denn sie dauren sehr kurze Zeit. Man müßte also erst diese Versuche probiren, indem man von dem 24sten Grade des Elektrometers ausgienge, welcher dauerhafter ist, und den eine Leidner Flasche mehrmalen, ohne aufs neue geladen zu werden, hergiebt. Aber selbst bey diesem Grade und bey dem günstigsten Wetter, erfodern diese Versuche so wie die meisten der noch anzuzeigenden, eine Verbesserung, wegen dieser freywilligen Vermindrung der Elektrisirung der Körper. Man muß also in dieser Rücksicht vorläufige Versuche machen, in-

dem man die Zeiten der Zerstreuung an den vorzüglichsten Leitern die man gebraucht, bey verschiedenen Graden der Elektrisirung, und verschiedenen Zuständen des Hygrometers und Thermometers beobachtet, und daraus Tabellen entwerfen, die hernach die Beobachtungen, indem man ihre Dauer anzeichnet, zu korrigiren dienen.

## §. 457.

Man muß auch das Osciliren der Kugeln vermeiden, weil die Elektrisirung zu geschwächt seyn würde, wenn sie sich fest stellten, als daß man sie genau durch obige Korrektion ergänzen könnte. Ich habe das Mittel es zu verhüten angezeigt, indem ich einen an beyden Enden zugespizten metallenen Drath gebrauche (§. 440.) Man muß ihn zuerst dazu anwenden, um unmittelbar eine von den Scheiben zu laden, und hernach zu ihrer ersten Verbindung mit der andern. Die beyden Scheiben müssen in derselben Ebne stehen, 3 oder 4 Zolle von einander; und wenn man eine elektrisirt hat, muß man zuerst eine Spitze des Draths auf die andre Scheibe bringen, die noch in dem Zustande des umgebenden Mittels seyn wird, und darauf die andre Spitze bis zur Berührung der geladenen Scheibe nähern; und wenn man diesen Drath wegnimmt, muß er zuerst die Scheibe, deren Zustand man erhalten will, verlassen. Was die folgenden Operationen betrifft, so kann man dabey die Spitzen nicht mehr gebrauchen, weil sie das Fluidum zerstreuen würden; da aber der Unterschied des Zustandes der beyden Scheiben nicht mehr so groß ist, so wird man eine solche Verbindung wie ich sie (§. 439.) beschrieben habe, anwenden können, die sodann nur ein geringes Oscilliren bey den Kugeln verursachen wird.

§. 458.

§. 458.

Wenn auf diese unmittelbare Weise der Gang des Elektrometers bey dem wichtigsten Apparat bestimmt ist, so wird man seine allgemeinen Modifikationen entdecken können, indem man dieselben Versuche mit andern Körpern wiederholt, an die man das Elektrometer in verschiedenen Entfernungen anbringt. Es wird auch nützlich seyn, sie mit einer von den nämlichen obigen Scheiben zu wiederholen, indem man das Gegengewicht ihrer Kugel verändert. Diese Veränderungen der Umstände, werden immer mehr Licht über die Sprache des Elektrometers, durch die neuen Phänomene, welche daraus entspringen können, verbreiten: und wenn man eine besondre Aufmerksamkeit auf den Gang der Kugel richtet, wenn sie das Gegengewicht, wodurch sie auf der Wage 15 Grane wiegt, haben wird; so wird man sie in den Fällen gebrauchen können, wo die Elektrisirung (sie sey unmittelbar hervorgebracht, oder durch Nachbarschaft eines Körpers, der in den entgegengesezten Zustand übergeht) sich über 40° heben wird. Denn indem die Kugel diesen Grad des Widerstandes äußert, so wird sie vermuthlich Büschel von sich geben, ehe sie an das äusserste Ende ihrer Skale gekommen ist; sie wird also auf derselben Skale die größten Grade der Elektrisirung, die sie aufnehmen kann, anzeigen.

## Dritte Klasse von Versuchen.

§. 459.

Wir wissen noch nicht ob die dichten leitenden Substanzen, so wie Metalle, von elektrischem Fluidum durchdringbar sind: sein fortleitendes Fluidum streicht durch sie, so wie durch jede andre Substanz; verhält es

sich aber eben so mit dem vollständigen elektrischen Fluidum? d. h. durchdringt sie die elektrische Materie? Dieses kann ich nicht entscheiden. Eine Beobachtung, die ich gemacht habe, schiene dafür zu sprechen. Als ich eine Kleistische Platte machen wollte, indem ich eine Blechplatte mit einer Schicht von rothem Siegellack bedeckte, so glaubte ich anfangs, daß mein Grundsatz hierüber trüglich sey; denn diese Platte lud sich nicht. Ich entdeckte aber hernach, daß das elektrische Fluidum irgendwo durchdringe, und vermuthete, daß schwarze Punkte im Lacke, ihm den Durchgang öffneten. Ich nahm diese Punkte bis auf das Blech weg, und füllte die kleinen Höhlungen mit neuem Lacke, und nun lud sich die Platte. Ich glaube, daß diese leitenden Punkte, während des Schmelzens des Lacks wieder hergestellter Zinnober waren. Das elektrische Fluidum floß also vermittelst dieser leitenden Punkte in den Boden, und es scheint anfangs natürlich, daß dieses durch das Blech hindurch geschahe. Indessen ist es nicht unmöglich, daß das Fluidum, nachdem es das Lack durch diese Punkte durchdrungen, längst der Blechplatte zwischen ihr und dem Lacke, durch einige Theile, wo ihr Zusammenhang nicht vollkommen war, hinschlüpfte; also glaube ich nicht, daß dieses Phänomen die Frage entscheide.

## §. 460.

Eine andre Klasse von Phänomenen hingegen scheint zu beweisen, daß das elektrische Fluidum nicht mehr durch die leitenden als durch die nicht leitenden Körper dringe; ich meyne alle Phänomene, woraus man geschlossen hat, daß diese erstern nur in Verhältniß ihrer Oberfläche elektrisches Fluidum aufnähmen. Inzwischen ist dies Zeichen bis jezt noch sehr zweydeutig. Denn man weiß, daß die in den elektrischen Brunnen gebrach-

Digitized by Google

gebrachten Körper, hier nicht merklich durch die Quelle, welche den Brunnen ladet, Fluidum annehmen; indem der Einfluß des Brunnens, dem eignen elektrischen Fluidum dieser Körper einen Grad von ausdehnender Kraft giebt, wodurch es dem Eintritt des neuen Fluidums widersteht. Es kann also im Innern der Körper eben so beschaffen seyn, wenn das elektrische Fluidum sich hier aufhält.

§. 461.

Ich kenne nun diese beyden Wege um zu entdecken, ob das elektrische Fluidum die dichten leitenden Substanzen durchdringe, und beyde sind noch, wie man sieht, zweydeutig. Indeß verdiente der leztre untersucht zu werden; denn es scheint mir unmöglich, daß, wenn man annimmt, das elektrische Fluidum durchdringe die leitenden Körper und verbleibe darinn, das innre Fluidum sich immer zu einem Grade von ausdehnender Kraft heben könne, welcher der Menge des Fluidums, die an die äußre Seite kömmt, proportional ist; so daß niemals mehr in die Körper dringen könne, als sie mit dem Boden gemeinschaftlich besitzen: sie könnten sogar nichts von dieser Menge verlieren; denn die allgemeine Thesis betrachtet die negative Elektrisirung wie die positive; indem der Verlust eben so betrachtet wird, als ob er bloß den Oberflächen proportional wäre; hiedurch würde der Satz sehr sonderbar, sogar unbegreiflich. Ueberdies unterstüzt ihn das Beyspiel mit dem elektrischen Brunnen nicht; denn sein Phänomen hat Grade, und sobald das Gefäß eine gewisse Größe übersteigt, so laden sich die hineingebrachten Körper immer mehr und mehr. Fände es sich also bey großen so wie bey kleinen Leitern wahr, daß sie sich nur nach Verhältniß ihrer Oberfläche lüden; so schiene es gewiß, daß das elektrische Fluidum sie nicht durchdränge.

§. 462.

## §. 462.

Wir haben nun aber ein sichres Mittel, diese Frage dem Versuche zu unterwerfen, ohne sogar darauf zu achten, ob der Gang des Elektrometers genauer, als durch meine obigen ersten Versuche bestimmt sey. Man müßte zwey Paar metallene Kugeln haben, von verschiedener Größe, und in jedem Paare eine dichte und hohle Kugel; sie zu demselben Grade laden, und jede in Verbindung mit dem Scheibenelektrometer (die Scheibe Taf. 2. Fig. 1.) bringen. Dies ist ein sichres Mittel, die comparative Menge des elektrischen Fluidums zu erfahren, welche die dichten und hohlen Kugeln von einerley Größe, indem sie sich zu einerley Grad elektrisiren, werden angenommen haben; und mich dünkt, daß man dadurch geleitet werden muß, einen festen Schluß über die Durchdringbarkeit der Substanzen, wovon diese Kugeln gemacht sind, durch das elektrische Fluidum, zu ziehen.

### Vierte Klasse von Versuchen.

## §. 463.

Unter den Phänomenen, bey denen sich die elektrischen Einflüsse äußern, ist eines der verwickeltsten, die ungleiche Vertheilung der elektrischen Materie über denselben leitenden Körper, der nicht sphärisch ist, obgleich die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums hier durchaus auf einerley Grade sey. Es folgt nicht unmittelbar aus dieser ungleichen Vertheilung, daß Körper von verschiedenen Gestalten, aber gleichen Oberflächen, auf einerley Grade elektrisirt, verschiedene Mengen von elektrischem Fluidum enthielten; denn die Theile, auf welchen dies Fluidum an fortleitendem

Flui-

Fluidum verliert, müssen, indem sie davon andern mittheilen, dadurch selbst mehr elektrische Materie erhalten; dieses kann den Widerstand aufheben, welchen die andern Theile bey der Aufnahme ausüben. Unter den Fällen, worauf diese Bemerkung geht, ist der a priori der am schwersten zu entscheidende, das Verhältniß, welches in diesem Betracht eine Scheibe und eine Kugel haben müssen, wegen der Nähe der beyden entgegengesezten Oberflächen einer Scheibe, die dadurch auf einander starken Einfluß haben werden. Dies ist ein Gegenstand, wobey man die Erfahrung zu Rathe ziehen muß, und man kann es vermittelst der Elektrometerscheibe, welche eine Art eines abgetheilten Gefäßes ist. Man könnte also Körper von derselben Natur, und einerley Oberfläche mit der Scheibe, aber von verschiedenen Formen nehmen, und sie zu einerley Grad bey einer solchen Entfernung der Scheibe elektrisiren, daß sie auf sie keinen Einfluß haben könnten. Wenn man hernach jeden dieser Körper in Verbindung mit der Scheibe bringt (vermittelst eines Draths mit zwo Spitzen), so würden die Mengen des elektrischen Fluidums, welche sie von jedem bekäme, ein Mittel abgeben, das Verhältniß der Mengen die sie besäßen, zu bestimmen.

## Fünfte Klasse von Versuchen.

### §. 464.

Der Gang der elektrischen Einflüsse zwischen abgesondert isolirten Körpern, nach ihren Entfernungen, Größen und Gestalten, kann das meiste Licht über die Gesetze dieser Einflüsse verbreiten; weil sie hier weniger verwickelt, als bey denselben Körpern, oder bey Körpern in leitender Verbindung sind; und bey den Phänomenen dieser ersten Gattung habe ich sie auch am meisten

sten studiert. Indeß will ich meine Versuche nicht ausführlich erzählen, weil es nur Proben waren; und ich will selbst nur hier ihre vorzüglichsten Formen angeben.

## §. 465.

Die Gruppe von drey Scheiben ist einer der wesentlichsten Apparate bey dieser Untersuchung, wegen der Abwechselung von Versuchen, die man durch sie sowohl an ihr selbst als mit andern Körpern verbunden, anstellen kann: hier ist einer der hauptsächlichsten Versuche. Wenn die Gruppe in der Lage ist, wie sie Taf. 2 Fig. 3 vorstellt, so muß man die drey Scheiben gemeinschaftlich elektrisiren; wodurch ihre Elektrometer gleichstark divergiren werden: hernach die Verbindungen wegnehmen, und die Scheiben um allmählig gleiche Größen entfernen, indem man der Abtheilung des Bretts, das ihnen zur gemeinschaftlichen Basis dient, folgt, und den Gang der Elektrometer beobachtet.

## §. 466.

Die beyden Elektrometerscheiben geben auch ein Mittel ab, mehrere Arten von genauen Versuchen anzustellen, wovon ich die vorzüglichsten anzeigen will. Bey einem dieser Versuche muß man diese Scheiben auf ein in Stuffen abgetheiltes Brett stellen, sie neben einander sich gegenüber an das eine Ende dieses Brettes bringen, und sie gemeinschaftlich elektrisiren, indem man den Punkt beobachtet, zu dem ihre Elektrometer kommen: sodann eine der Scheiben über allmählig gleichen Stuffen wegziehen, wobey man die Größen anzeichnet, um welche die Kugeln sinken werden, bis ein größres Abziehen hier keine Wirkung mehr hervorbringt: hernach die Scheibe durch dieselben Stuffen bis zur Berührung zurückbringen, und aufs neue den Gang der Elektrometer anzeichnen.

Dieser

Dieser gleichmäßige Rückgang wird ein Mittel verschaffen, die erste Beobachtung wegen der Zerstreuung des elektrischen Fluidums während ihrer Dauer, zu korrigiren.

## §. 467.

Ein zweyter Versuch mit denselben Scheiben ist folgender. Man muß bloß eine laden, welche an das eine Ende des Brettes gestellt ist, und zuerst die Angabe ihres Elektrometers beobachten, sodann die andre auf einen Zoll weit von dieser erstern bringen, und den Zustand der beyden Elektrometer anmerken: die zweyte um gleiche Stuffen entfernen, bis sie auf Null gekommen ist, und endlich mit denselben Schritten zurückkehren, und immer die Beobachtungen der beyden Gänge anzeichnen.

## §. 468.

Wenn man sich in diesen beyden Versuchen, welche sehr einfach sind, geübt hat, so wird man dadurch sichrer einen dritten anstellen, welcher der Fundamentalversuch des Hr. Volta ist; und wenn man ihn bey verschiedenen Entfernungen der beyden Scheiben wiederholt, so wird man um so besser daraus allgemeine Schlüsse ziehen können. Wann die Entfernung der Scheiben über einen Zoll seyn wird; so werden die gewöhnlichen Elektrometer brauchbar seyn können: ist sie aber geringer als ein Zoll, so muß man statt ihrer die Kugeln nehmen, welche einen doppelten Widerstand thun, deren Gang ich für bestimmt annehme. Folgendes ist nun das allgemeine Verfahren: Wenn die beyden Scheiben einander nahe sind, so muß man die eine, welche ich A heiße, um eine Größe, welche das gewöhnliche Elektrometer auf 20° hebt, laden. Dieses ist der höchste Grad der Elektrisirung, welcher auch bey dem günstigsten Wetter, hinlängliche Dauer zu

diesem

diesem Versuche habe. Wenn also das Elektrometer der Scheibe A auf diesem Punkte steht, so muß man das auf der andern Scheibe B beobachten; hernach diese Scheibe berühren, wodurch ihr Elektrometer auf 0 fallen wird. Das Elektrometer A wird auch sinken, und man muß den Punkt aufzeichnen, wo es steht; darauf sie von neuem laden, bis ihr Elektrometer wieder auf 20° kömmt, und das Elektrometer der Scheibe B beobachten, und nun diese von neuem auf 0 durch Berühren bringen, und das Elektrometer A beobachten. Dieselben Operationen müssen mit dem möglichsten Fleiße wiederholt werden, bis das abwechselnde Laden der Scheibe A, und Berühren der Scheibe B nur ähnliche Schwingungen bey den beyden Elektrometern hervorbringen. Die Operation wird alsdann ihr Größtes erreicht haben, und man muß die Scheiben langsam entfernen, bis ihre Elektrometer stehen bleiben, und den Punkt, auf den sie kommen, anzeichnen. Die Scheibe B wird sodann negativ seyn, und der positive Zustand der Scheibe A wird um so mehr über 20° seyn, als die andre negativer geworden ist. Mit dieser Ladung von 20°, werden die Scheiben, wenn sie richtig parallel sind, nur ¼ Zoll von einander seyn können, ohne daß ein Funke aus einer in die andre gehe; (er würde bey einer weit größern Entfernung ausfahren, wenn sie nicht parallel wären) und alsdann, wenn man die Scheibe B zurückzieht, wird die Scheibe A nicht mehr alles Fluidum halten können, womit sie geladen ist, und ein Theil wird sich in Büscheln durch die bewegliche Kugel zerstreuen. Ich habe oben (§. 440.) die Art angezeigt, wie ich bey diesen Versuchen verfahre, um genaue Resultate zu erhalten, indem ich das Oscilliren der Kugeln verhindre.



Digitized by Google

## Sechste Klasse von Versuchen.

### §. 469.

Da die elektrischen Bewegungen bisher die einzigen Symptome waren, wodurch wir uns von der Gegenwart des elektrischen Fluidums in den Körpern und von den Modifikationen, die es hier erleidet, unterrichten; so machen sie auch eine der wichtigsten Klasse der elektrischen Phänomene, deren Gesetze wir zu studieren haben. Zwo Ursachen finden sich hier immer verknüpft; die eine ist die Menge der elektrischen Materie, welche die unmittelbare Ursache dieser Bewegungen ist; die andre ist die Einwirkung des fortleitenden Fluidums, welches immer zu diesen Phänomenen beyträgt, und davon zuweilen die einzige unmittelbare Ursache ist, durch das Verrücken der elektrischen Materie. Die kleinsten so wie die größten Körper erleiden Verrückungen in ihrem elektrischen Fluidum durch die Gegenwart eines elektrisirten Körpers, sie mögen anfangs in dem Zustande des umgebenden Mittels oder auf irgend eine Art daraus gezogen seyn; und wenn sie sich frey bewegen können, so ist dies Verrücken jederzeit ein Theil der Ursachen von einer gewissen Größe und einer gewissen Art, weswegen sie sich bewegen.

### §. 470.

Dies ist also ein beträchtlicher Zweig von elektrischen Versuchen. Ich habe davon einen Begriff zu geben versucht, als ich von der Theorie und Ursache dieser Bewegungen handelte, indem ich anzeigte, welche Umstände hier, und wie sie Einfluß haben. Um aber genaue Gesetze zu entdecken, muß man alle Quantitäten bestimmen. Ich nahm mir also vor, diese Versuche wieder anzufangen, indem ich sie an aufgehängten Körpern von

von jeder Größe und Gestalt, isolirten und nicht isolirten anstellte; in Gegenwart der Elektrometerscheibe, welche auf verschiedene bekannte Grade geladen, und auf verschiedene bekannte Abstände gestellt wäre; und den Zustand der bewegten Körper, vermittelst des kleinen Elektrometers Taf. 1. Fig. 8. zu zergliedern, indem ich es unmittelbar an die kleinen Körper anbrächte, oder nur gebrauchte, um den Zustand kleiner, isolirter Platten zu erfahren, welche an verschiedenen Theilen der großen Körper angebracht wären (§. 369.): und endlich die Größen der Bewegungen durch einen Index von Glase zu beobachten (§. 383. 384.). Dergleichen mit Genauigkeit angestellte Versuche, müßten sehr viel zur Bestimmung der Gesetze der elektrischen Einflüsse beytragen.

## Siebente Klasse von Versuchen.

### §. 471.

Die Phänomene der Kleistischen Platte des Elektrophors und Condensators hängen gleichfalls von den elektrischen Einflüssen ab; aber die Eigenschaften nicht leitender Substanzen spielen hier eine so große Rolle, daß diese Phänomene sehr verwickelt sind. Inzwischen können wir von diesem Zweige von Versuchen, das meiste Licht über die Natur des elektrischen Fluidums selbst, erwarten; und folglich kann man dabey nicht zu sorgfältig seyn. Ihrentwegen vorzüglich suchte ich eine vergleichbare Einrichtung der elektrischen Scheiben zu bestimmen, welche dadurch bewegliche Belegungen werden, deren Modifikationen alle sich unmittelbar offenbaren, sobald die Sprache ihrer Elektrometer verstanden ist, und welche also ein neues Feld von Versuchen öffnen. Ich habe nach und nach vermittelst ihrer alles

beobach=

Digitized by Google

beobachtet, was ich oben von der Theorie der 3 vorzüglichsten Apparate, wobey man sie anwendet, gesagt habe, und es sind vermuthlich wenige Untersuchungen in diesem Zweige der elektrischen Phänomene anzustellen, wobey sie sich nicht leichtlich darböten. Ich will hier keine Bahn, diese Versuche zu verfolgen, vorzeichnen, sie anzustellen ist hinlänglich, daß man daran Antheil nehme, und die Wege sich von selbst öffne; ich will also nur einen Begriff von der Natur der Phänomene geben, die sie darbieten, indem ich aus meinem Tagebuche einige Beschreibungen eines Versuchs, den ich über die gewöhnliche Ladung der Platte angestellt habe, mittheile.

§. 472.

Der Apparat Taf. 1. Fig. 10 war auf dem Tische selbst, der meine Elektrisirmaschine trägt; er kann aber auf einem benachbarten Tische seyn; indem das wesentliche dabey ist, daß der Tisch der ihn trägt, hinlänglich groß, gut horizontal, grade und eben sey, damit die Belegungen aus ihrem gegenseitigen, und der Platte Einflusse gezogen werden können, indem man sie ohne Erschütterung, und ohne daß in der Lage der Kugeln ihrer Elektrometer eine Aenderung geschehe, fortschiebt. Die Ladung geschahe, indem ich bewegliche Verbindungen zwischen dem ersten Leiter, und einer Belegung die ich A nenne, und zwischen der andern Belegung B, und dem Boden, anbrachte. Der Apparat stand nicht in der Lage, welche ich als die schicklichste angezeigt habe; wo nämlich die Ebne der Platte sich in der, des ersten Leiters befindet, damit die Kugeln der Elektrometer sich seitwärts bewegen können; er stand in einer Ebne unter einen rechten Winkel mit jener, die Belegung A gegen die Seite des ersten Leiters zugekehrt wovon ihr Elektrometer 7 bis 8 Zolle entfernt war;

wir werden die Wirkung dieser Lage sehen. Folgendes sind nur die vorzüglichsten Phänomene, die ich bey diesem Versuche beobachtete.

§. 473.

Erst. Phänom. So langsam und regelmässig ich auch die Maschine bewegte; so oscillirte doch die Kugel der Belegung A stark, indem sie sich bey jeder Schwingung mehr und mehr erhob. Dieses Phänomen zeigt einen absetzenden Durchgang des elektrischen Fluidums von der Belegung A die es aufnimmt, zu der benachbarten nicht leitenden Oberfläche an, und von der entgegengesezten Oberfläche zur Belegung B, welche mit dem Boden in Verbindung ist. Die Ursache dieses Absetzens (Intermittence) ist dem Glucksen einer Flasche, die man ausgießt analog: das elektrische Fluidum muß zu einem gewissen Punkt in der Belegung A angehäuft seyn, damit es zu der nicht leitenden Oberfläche übergehen könne; und sobald es dahin gehen kann, entschwingt es sich hier: dadurch fällt die Kugel bis zu einem gewissen Punkt zurück, nnd hebt sich hernach wieder durch eine neue Anhäufung des elektrischen Fluidums in der Belegung, welche sodann weit stärker elektrisirt werden muß, um auf die nicht leitende Oberfläche zu wirken, wegen des elektrischen Fluidums, was diese schon bekommen hat; und der Durchgang geschieht aufs neue durch einen Sprung. Bey jeder neuen Menge von elektrischer Materie, welche sich auf der Seite A, der nicht leitenden Platte absezt, geht etwas davon aus der Seite B in ihre Belegung über; weil das fortleitende Fluidum der elektrischen Flüssigkeit, die sie sich in der Belegung A anhäuft, alsdann den Widerstand der elektrischen Materie, diese Seite zu verlassen übersteigt, und sie eben so sprungweise in der Belegung

B

B überbringt. Wenn ich im folgenden Abschnitt von den, mit Harzstaub auf nicht leitenden elektrisirten Substanzen gebildeten Figuren handle, so werde ich noch unmittelbarer beweisen, daß dieses der Gang des gleichzeitigen Ladens und Entladens sey, welche durch die Belegungen auf nicht leitenden Platten hervorgebracht werden.

§. 474.

Zweyt. Phänom. Wenn die Ladung ihr Größtes erreicht hat; so äußert sich eine andre Art von Oscilliren bey der Kugel, welche von den wechselsweisen Zerstreuungen und Ersetzungen des elektrischen Fluidums auf der positiven Seite, und von den entgegengesezten Schwankungen des Fluidums in der negativen Belegung, herrührt. Dieses Größte und seine Schwankungen haben Statt, wenn man die Maschine regelmäßig und langsam bewegt; worauf man nothwendig aufmerksam seyn muß, wenn sich die Platte nicht von selbst entladen soll. Ist also die Ladung auf einen gewissen Punkt, den ich anzeigen werde, gekommen, so bilden sich leichter zur Seite Büschel an den Spitzen des ersten Leiters, oder an einem Theil des Elektrometers der Belegung, als von neuem Fluidum in die nicht leitende Oberfläche kömmt; jedesmal daß ein Büschel ausfährt, sinkt das Elektrometer, und es braucht einen merklichen Augenblick, daß die Ladung von neuem zu dem Punkte komme, einen Büschel herzugeben.

§. 475.

Dritt. Phänom. Bey dem freywilligen Entladen ist etwas geheimnißvolles; weil es nicht immer Statt hat, ob man gleich die Bewegung der Maschine verstärkt, und ich habe noch nicht entdecken können, worauf der

Unterschied folgender Phänomene ankomme. Wenn die Ladung ihr Größtes erreicht hat, so hört man oft ein kleines Pfeifen; die Kugel des Elektrometers sinkt dann etwas, und bleibt stehen. Wenn man die Fensterläden des Zimmers zumacht, so sieht man irgendwo an dem überfirnißten Theile der Platte, eine glänzende violette Fläche, die in Gestalt eines Stroms von der Belegung A, zur Belegung B geht. Dieses merkwürdige Phänomen ist bey der Platte selten, man beobachtet es aber sehr oft bey der Flasche. Das Größte in der Ladung ist immer vermindert, wenn dieser Strom von zersezten elektrischen Fluidum sich zeigt; und alsdann geschieht kein freywilliges Entladen, ob man gleich die Maschine stark drehe. Der Strom hört auf, sobald man die Maschine nicht mehr bewegt, und die Ladung ist zwar etwas geringer als sie ohne diesen Strom gewesen wäre, aber doch immer sehr stark: ich habe sogar einige Ursache zu glauben, daß der vom Elektrometer angezeigte Unterschied, vorzüglich in der Belegung A liege. Wenn man bey verstärkter Bewegung der Maschine, statt dieses Pfeifens (ein Zeichen, daß dies Fluidum, welches fortfährt, zu der Belegung A zu gehen, der nicht leitenden Oberfläche in einem Zustande von Zersetzung folge) ein Knistern hört; so ist die Kugel des Elektrometers mehr gehoben, und die freywillige Entladung nahe. In der Dunkelheit sieht man alsdann um die Belegung herum, kleine Strahlen von lebhaftem Lichte, welches freywillige Funken sind; und wenn man diese beschleunigte Bewegung der Maschine fortsezt, so entfährt ein starker Funken, welcher die Platte entladet. Endlich eräugnen sich zuweilen diese so verschiedenen Phänomene, bey demselben Apparat in wenigen Minuten.



Digitized by Google

## §. 476.

Viert. Phänom. Bey dem besondern Versuche, wovon ich rede, fieng das Knistern an, als die Kugel der Belegung A über und unter dem Punkte 15° zu oscilliren gelangt war. Dies war also das Größte in der Ladung aber ein durch diese Anzeige des Elektrometers schlecht ausgedrücktes Größte, wegen der Lage, worinn sich die Platte befand: dies giebt ein Beyspiel, wie nöthig es sey, die Kugeln der Elektrometer gegen jeden fremden Einfluß zu sichern. Wenn die Ladung geendigt ist, und man den Zustand der Platte untersuchen will; so muß man den ersten Leiter entladen, damit von seiner Seite aller Einfluß aufhöre. Sobald ich nun meinen ersten Leiter entlud, hob sich die Kugel, die sich zuvor nur zu 15° hob, bis 22°. Also verminderte der Einfluß des ersten Leiters auf diese Kugel, obschon bey 7 oder 8 Zoll Entfernung, um ein Drittel die Menge des elektrischen Fluidums, welche sie von der Belegung als diese allein wirkte, erhalten konnte.

## §. 477.

Fünft. Phänom. Ein andrer noch größerer Einfluß, äußert sich auf die Belegung A selbst, weil sie der Belegung B, welche in den negativen Zustand übergegangen, so nahe ist. Die Wirkung dieses Einflusses offenbart sich, wenn man ihn aufhören läßt, indem man die Belegung A wegzieht: und bey dem Versuche, wovon ich rede, hob sich z. B. das Elektrometer sodann auf 35°. Nachdem ich diese Wirkung beobachtet hatte, konnte ich auch auf folgende Art ihre Ursache merklich machen. Ich brachte die Belegung A mit der Platte in Berührung, dies führte ihr Elektrometer auf 22°; ich nahm alsdann die Verbindung der Belegung B mit dem Boden

weg, und es änderte sich bey den Elektrometern noch nichts, indem das der Belegung B auf o blieb: Als ich aber diese Belegung entfernte, hoben sich die beyden Kugeln zu gleicher Zeit, etwa um dieselbe Größe, wie die Kugel der Belegung A, als ich diese von der Platte entfernte; und die Beleguug B zeigte sich alsdann negativ. Wenn ich die beyden Belegungen wieder in Berührung mit den respektiven Seiten der Platte brachte, so differirten ihre Elektrometer von ihrem ersten Zustande, nur durch die freywillige Zerstreuung, welche während der Operation sich eräugnet hatte.

## §. 478.

Sechst. Phänom. Ich sagte, daß eine ziemlich große Verschiedenheit in dem elektrischen Zustande zwischen den Belegungen und der nicht leitenden Oberfläche nöthig wäre, damit sie sich gegenseitig modificiren könnten: folgende Phänomene beweisen es, und können zu einer Bestimmung über diesen Punkt führen. Indem ich die Belegung A von der Platte getrennt hatte, unterdeß ihr Elektrometer auf 22° stand, und es bey einiger Entfernung auf 35° sahe (welches seinen wirklichen Zustand anzeigte); nahm ich ihr durch Berühren diese 35°, und brachte sie also zu dem Zustande des Bodens. Hier war demnach eine große Verschiedenheit in ihrem elektrischen Zustande vorgefallen; und dennoch war sie noch nicht im Stande, die nicht leitende Oberfläche zu zwingen, ihr elektrisches Fluidum abzutreten; diese gab ihr nur fortleitendes Fluidum, als ich sie in Berührung mit der Platte brachte. In dem Maaße wie ich sie näherte, hob sich ihre Kugel von o an immer mehr, und als sie in Berührung kam, stand die Kugel auf 18 oder 20. Demnach hatte die Belegung selbst

kein

kein elektrisches Fluidum erhalten, denn wie ich sie zurückzog, kam ihre Kugel wieder auf 0.

## §. 479.

Siebent. Phänom. Der geringe Unterschied in den Angaben des Elektrometers der Belegung A in der Berührung mit der Platte in den beyden vorigen Fällen, ist ein merkwürdiges Phänomen: dieser Unterschied war etwa nur 3°, da der wirkliche Zustand der Belegung sich um 35° verändert hatte. Die Ursache dieses Phänomens liegt in der entgegengesezten Belegung, welche durch ihre Verbindung mit dem Boden, die ich für wiederhergestellt annehme, modificirt ist. Folgendes ist der Gang der Ursache vom Anfange des Phänomens an: Wenn die Belegung A (welche wirklich auf 35° geladen ist, obgleich ihr Elektrometer neben der Platte nur 22° zeigt) davon entfernt wird; so theilt sich ihr fortleitendes Fluidum nicht mehr der Belegung B mit, und der Boden läßt sodann elektrisches Fluidum in diese übergehen; eben dies Fluidum geht zurück, wenn man die Belegung A zurück bringt, ohne sie zu entladen. Dieses kann man schon aus der reciproken Wirkung schließen, welche in der Belegung A Statt hat; indem ihr elektrisches Fluidum 13° an ausdehnender Kraft in der Nachbarschaft der Belegung B verliert, wegen des fortleitenden Fluidums, welches es dieser Belegung abtritt. Wenn aber die Belegung A ehe sie zu der Platte zurück kömmt, entladen wird, so geht das aus dem Boden in die Belegung B getretene Fluidum nicht wieder rückwärts; es nimmt im Gegentheil zu, und hebt das Elektrometer der Belegung A von 0 zu 18 oder 20°: seine Menge nimmt zu, sage ich; weil in dem Maaße wie es an ausdehnender Kraft verliert, indem es von seinem fortleitenden Fluidum der Belegung A

mittheilt, es weniger dem elektrischen Fluidum des Bodens widersteht. Man kann alle diese Quantitäten durch genaue Versuche bestimmen, wovon ich einen Begriff geben werde; welches zugleich dienen wird, das Daseyn der angezeigten Ursachen zu bestätigen.

## §. 480.

Acht. Phänom Wenn die Belegung A von der Platte entfernt, 35° anzeigte, nahm ich die Verbindung der Belegung B mit dem Boden weg, und brachte außer dem zu ihr gehörigen, ein isolirtes Elektrometer bey ihr an. Ich sezte alsdann die Belegung A in Berührung, und ihr Elektrometer fiel, aber weniger als zuvor; denn da das Fluidum der Belegung B nicht mehr in den Boden strömte, so konnte es nur in die Elektrometer dringen, und ihre Kugeln divergiren machen. Wenn ich sodann das freye Elektrometer absonderte, fand ich es positiv elektrisirt, obgleich die Belegung B wirklich negativ war, wie ich im fünft. Phänom. zeigte. Indem ich an die Belegung B größre Körper mit Elektrometern versehen, anbrachte, und sie auf verschiedene Weiten mit den Verbindungen stellte, so wird die Belegung A verschiedentlich modificirt seyn; dieses wird neue Phänomene über die elektrischen Einflüsse und über ihre Verhältnisse mit den Modifikationen der nicht leitenden Oberflächen, hergeben.

## §. 481.

Neunt. Phänom. Wir haben schon gesehen, daß ein Unterschied von 35° in dem Zustande der Belegung A nicht hinreichend war, ohngeachtet des correspondirenden Zurückgehens des elektrischen Fluidums in der Belegung B, um elektrisches Fluidum von der geladenen

nicht

nicht leitenden Oberfläche in diese Belegung A zu bringen: ich zeige hier aber ein andres Phänomen an, welches beweist, daß dieser Unterschied noch größer werden könne, ohne einige Wirkung hervorzubringen. Während daß, die in den Zustand des Bodens gebrachte Belegung A, dennoch 18 bis 20° Elektrisirung neben der Platte anzeigte, verband ich sie mit ihrem Rande und Durchschnitte mit einer von den Blechscheiben, von einerley Durchmesser mit ihr; dadurch fiel ihr Elektrometer um 9 bis 10°. Indem ich darauf diese Scheibe wegzog, brachte ich ein Elektrometer an sie; dadurch sahe ich, daß sie dieser Belegung genug elektrisches Fluidum entzogen hatte, um selbst auf 10 bis 12° elektrisirt zu seyn. Ich zog sodann langsam die Belegung ab: in dem Maaße wie sie sich entfernte, sank ihr Elektrometer; wie es aber auf 0 gekommen war, hob es sich wieder, und blieb etwa bey 8° negativer Elektrisirung stehen. Es hatte also diese 8° von seinem eignen Fluidum verloren; und die Scheibe hatte 10 oder 12 erlangt, weil die Belegung und ihr Elektrometer mehr Oberfläche als sie hatten. Hier ist also ein Unterschied von 43° in dem elektrischen Zustande der Belegung, nämlich von + 35 bis — 8°; und dennoch ließ die geladene nicht leitende Oberfläche noch kein elektrisches Fluidum zu ihr. Man mußte die Blechscheibe mehrmalen entladen, und mit der Belegung in Berührung bringen, damit diese endlich der nicht leitenden Oberfläche elektrisches Fluidum entzöge, und durch viele ähnliche Wiederholungen entlud ich endlich die Platte.

## §. 482.

Ich bleibe hier bey dem Gange dieser Phänomene stehen, und glaube genug gesagt zu haben, um zu zeigen, daß diese genaue Methode sie zu zerlegen, eben

so

so wichtige als lehrreiche physisch mathematische Probleme darbieten wird; denn außer der ganzen Reihe von Phänomenen bey der Platte, vom Anfange des Bodens bis zu seinem Größten und bey der stuffenweisen Entladung, bleiben noch die darauf folgenden elektrophorischen Phänomene zu zergliedern übrig; bey welchen die Belegungen durch den Einfluß der nicht leitenden Platte modificirt sind, ohne daß diese ihren Zustand ändre; denn sie verändert ihn nur durch die Einwirkung der Luft. Ich will aber nicht weiter in dieser Ausführung gehen, welche die Versuche selbst geben werden, und nur anmerken: daß die Phänomene etwas um Verschiedenheiten variiren, welche man schwer bey der mehr oder weniger genauen Berührung der Belegungen und der nicht leitenden Platte, vermeiden kann. Um eine vollständigere, und diesen Verschiedenheiten weniger unterworfene Berührung zu erhalten, habe ich statt des Fensterglases, welches ich bisher zu meinen Platten gebrauchte, sehr dünnes deutsches Spiegelglas zubereitet, aber davon noch keinen Gebrauch gemacht. Inzwischen hängt das Absetzen (Intermittence), wovon ich in Rücksicht der respektiven Modifikationen der nicht leitenden Platte und ihrer Belegungen redete, nur in Absicht des Grades von dem Mangel der genauen Berührung ab; denn ich werde es bey der Leidner Flasche zeigen, wo die Zinnblättchen die zur Belegung dienen, doch so genau an dem Glase anliegen.

## Achte Klasse von Versuchen.

### §. 483.

Es ist sehr merkwürdig zu wissen, welche Menge von elektrischer Materie sich auf einer Seite der nicht leitenden Platte der Kleistischen, wenn die Ladung ihr Größ-

Größtes erreicht hat, angehäuft habe; und wir haben ein Mittel, es durch die successive Entladung, auf die Weise, wie ich es am Ende des neunten Versuchs angezeigt habe, zu entdecken. Dieses sezt voraus, daß man durch die oben angegebenen Versuche (§. 463.) die Art bestimmt habe, wie sich die Leiter von verschiedenen Gestalten laden; weil die vorhabende Untersuchung darinn besteht, zu wissen: „zu welchen Grade der Elektrisirung ein leitender Körper von derselben Oberfläche, wie der Theil der nicht leitenden Platte, welcher sich ladet, kommen würde, wenn er alles elektrische Fluidum, das sich auf dieser leztern condensirt hat, enthielte." Ich will hier annehmen, daß eine metallene Kugel von derselben Oberfläche, wie der belegte Theil der nicht leitenden Platte, genau verglichen sey, und die Sprache des Elektrometers durch die oben angezeigten Mittel bestimmt worden. Man müßte eine metallene Kugel isoliren, deren Oberfläche, ihr Elektrometer mit eingeschlossen, der belegten nicht leitenden Oberfläche merklich gleich sey. Diese Kugel müßte in solcher Entfernung von der Platte gestellt werden, daß sie an ihrem Elektrometer keine Bewegung hervorbrächte. Man müßte zwischen der Platte und der Kugel eine Verbindung bringen, deren metallener Drath an einem Ende in einen Ring, und an dem andern in eine Spitze geformt sey. Dieser Drath müßte sich wie in einer Schaukel auf einer isolirenden Stütze bewegen können, so daß die Seite des Ringes sich herabneigte, und daß, wenn dieser Drath frey wäre, sein Ring auf einem Theile der Belegung A ruhte, und seine Spitze gegen die Kugel, etwas unter dem horizontalen Durchmesser. Eine an diesem Drathe befestigte seidne Schnur, machte, daß er zu gleicher Zeit die Belegung und Kugel verlassen könnte. Wollte man, daß er wieder zurück käme, so müßte man sie langsam

sam nachlassen. Alsdann würde ein Funken aus der Belegung auf den Ring dieses Drathes fahren, ehe seine Spitze in Berührung mit der Kugel gekommen wäre; dadurch wird das elektrische Fluidum nicht so schleunig auf diese fahren, und die Kugel ihres Elektrometers wenig oscilliren. Die Operation nun ist folgende:

§. 484.

Wenn die Platte geladen, und die Belegung A so lange entladen ist, bis sie im Stande sey, der nicht leitenden Oberfläche (§. 481) Fluidum zu entziehen, und die Belegung B mit dem Boden in Verbindung bleibt; so muß man zuerst die Verbindung zwischen der Belegung A, und der Kugel anbringen, und hernach sie wegnehmen: man muß den Grad der Elektrisirung dieser letztern anmerken, hernach mit einer Spitze sie entladen, damit ihre Kugel des Elektrometers nicht zu schleunig falle; und die Operation so lange wiederholen, als die Platte die Elektrometerkugel jene Kugel in Bewegung bringen wird. Nach schon gemachten Proben ist dieser Versuch sehr langwierig, und es gehört Geduld dazu, ihn bis zu Ende zu führen. Wenn er mit Genauigkeit ausgeführt ist, so wird die Summe aller Angaben des Elektrometers der Kugel den Grad der Elektrisirung wohin sie kommen würde, angeben, wenn sie auf einmal alles elektrische Fluidum, das in sie nach und nach aus der belegten Oberfläche der Platte getreten ist, enthielte. Durch dasselbe Mittel wird man die verschiedenen nicht leitenden Oberflächen, welche man in dünne Platten bringen kann, vergleichen; und die Verschiedenheiten, welche ohne Zweifel, was die Größe der Ladung betrifft, aus dem Gebrauche beweglicher Belegungen, statt Zinnblätter die genauer anschließen, entstehen, entdecken können.

§. 485.

§. 485.

Eine andre Menge von elektrischem Fluidum, welche zu wissen gleichfalls wichtig ist, ist diejenige, so die Entladung der Platte ihr nicht entzieht, und woraus ihr elektrophorisches Vermögen entsteht: ich theile hier eine Methode mit, wodurch man, wie ich glaube, diese Menge entdecken kann. Es ist mir bisweilen geglückt, das elektrophorische Vermögen einer entladenen Platte völlig zu zerstören, indem ich der Belegung B durch eine Leidner Flasche Funken gab, und wechselsweise sie aus der Belegung A herauszog. Wenn ich einen starken Funken der einen Seite gegeben, und aus der andern gezogen hatte, so probirte ich die Platte als ein Elektrophor. Wenn dieser Funken keine Wirkung hervorgebracht hatte, so gebrauchte ich 2, 3 oder 4 nach einander, ehe ich die Belegungen wegnahm, damit sie stärker ihren Zustand auf entgegengesezte Art veränderten, und sie also mehr Kraft auf das Elektrophor erhielten. Oft eräugnete es sich, daß, wenn ich das elektrophorische Vermögen im Begriffe aufzuhören sahe, eine neue Operation es in die entgegengesezte Art überbrachte; aber zuweilen glückte mirs, es gänzlich zu zerstören. Statt also das elektrische Fluidum, welches die Belegung A verlassen würde, in den Boden gehen zu lassen, müßte man es mit der Kugel des vorigen Versuchs auffangen, die man allmählig, nachdem man die Quantitäten aufgezeichnet hätte, entlüde. Wenn es glückte durch diesen Weg, genau das elektrophorische Vermögen einer Platte zu zerstören, so würde die Summe der Quantitäten von elektrischem Fluidum, welche die Kugel aufgenommen hätte, die gesammte Quantität anzeigen, die jenes Vermögen hervorbrächte.

§. 486.

## §. 486.

Es giebt noch sehr nützliche Versuche mit zwo elektrophorischen Platten, die mit ihren, auf gleiche oder entgegengesezte Art, elektrisirten Seiten auf einander gelegt sind, anzustellen; oder indem man sie paarweise, von derselben oder verschiedener Gattung nimmt; da man die unterschiedenen Modifikationen der Belegungen und diejenigen, welche die Platten auf einander hervorbringen, beobachtet. Alle diese Verschiedenheiten in den Umständen, bringen verschiedene Wirkungen hervor; und die Proben von Erklärungen, verbunden mit den neuen Versuchen, die sie einflößen, werden immer mehr, Eifer und Kenntnisse vermehren. Wie ich mich mit diesen Versuchen beschäftigte, beobachtete ich einmal ein Phänomen, das ich hernach nie wieder hervorbringen konnte. Ich untersuchte das elektrophorische Vermögen einer Platte von Blech, die mit Siegellack bedeckt war, um sie mit einer andern Platte zu verbinden, und fand sie noch von merklicher Stärke: wie ich sie in den Rahm stellte, stieß sie von ohngefähr an, und gab einen starken Wiederschall. Ich fürchtete, daß die Lackschichte gespalten sey, fand aber bey der Untersuchung keinen Riß darinn: inzwischen probierte ich sie von neuem als Elektrophor, und sie zeigte keine Wirkung mehr. Ich glaubte, daß sie verdorben sey, und wollte wiederum Lack darauf schmelzen, als mir einfiel sie zu laden: sie lud sich sehr gut, und wurde nach der Entladung wieder ein Elektrophor. Sollten also wohl starke Schwingungen in der Platte das Gleichgewicht des elektrischen Fluidums wieder hergestellt haben? Ich schlug sie hernach mehrmalen, brachte aber nicht wieder dieselbe Wirkung hervor.

Neunte

Digitized by Google

## Neunte Klasse von Versuchen.

### §. 487.

Wenn man Funken aus einem geladenen Leiter zieht, oder Büschel herausfahren, so bemerkt man drey Phänomene, welche das elektrische Fluidum so lange es in den Körpern gehalten wird, nicht offenbart, nämlich Hellheit, Wärme und phosphorischen Geruch. Ich halte diese Phänomene für Wirkungen der Zersetzung von einem Theil des elektrischen Fluidums, welches alsdann sehr dicht wird. Durch diese Zersetzung offenbaren sich drey seiner Bestandtheile, nämlich Licht, Feuer oder Feuermaterie, und eine dritte Substanz, welche den phosphorischen Geruch hervorbringt: dieses nehme ich wenigstens hier an, um eine andre Klasse von Versuchen zu erklären, die ich schon angefangen, aber mit größrer Sorgfalt anzustellen verschoben hatte, wenn meine Apparate es möglich machten, und ich alles vorläufige bestimmt hätte. Der Zweck und Plan dieser Versuche ist folgender.

### §. 488.

Ich zweifle nicht, daß die Ursachen der Hellheit und Wärme, welche die Funken und Büschel hervorbringen, in dem fortleitenden Fluidum der elektrischen Flüssigkeit liegen, wovon sich ein Theil sodann zersezt: ich vermuthe aber, daß der phosphorische Geruch entweder von der Zersetzung der elektrischen Materie, oder einer neuen Verbindung, die sie in diesem Augenblick eingeht, herrühre. Käme er auch von dem zersezten fortleitenden Fluidum her; so würde uns der Versuch, wovon ich eben sprach, nichts lehren; denn so lange dieselbe Menge elektrischer Materie in einem System von Körpern bleibt, so geben ihr die Luft und be-

nachbarten Körper, eine, der Lage worinn es sich befindet, verhältnißmäßige Menge an fortleitendem Fluidum. Wenn aber dieser Geruch von einer gewissen Menge elektrischer Materie, die ihren Zustand verändert, herrührt; so könnten wir vielleicht aus folgendem Versuche den Verlust dieser Menge erfahren.

§. 489.

Ich will annehmen, daß man alles, was die Ladung der Kleistischen Platte, sowohl auf die gewöhnliche Weise, als wenn man sie durch sich selbst ladet, betrifft, studiert habe; und daß man also durch die Anzeigen der Belegungen in der Berührung, und von der Platte entfernt, erkennen kann, auf welche Art und wie sehr sie von dem Zustande des Mittels, wenn die Ladung geendigt ist, abweicht. Man muß sie sodann, vermittelst beweglicher Kugeln (§. 433), die zu dieser Absicht an ihre Belegungen befestiget sind, durch sich selbst entladen, und darauf ihren und den Zustand ihrer Belegungen prüfen, um zu wissen, ob die Menge des elektrischen Fluidums durch den lebhaften Funken bey der Entladung hier nicht abgenommen hat. Wegen dieses Versuches, suchte ich die Platte auf die beschriebene Art zu laden; und nach meinen ersten Proben, scheint mir die Menge der elektrischen Materie abgenommen zu haben. Inzwischen ist dieser Versuch noch so verwikkelt, daß ich keinen positiven Schluß daraus zu ziehen wage.

## Zehnte Klasse von Versuchen.

§. 490.

Ich habe vorzüglich wegen des Condensators des Hr. Volta meine Mikrometerpendel gemacht. Sie

sind

sind bey keiner genauern Bestimmung großer Grade von Elektrisirung anwendbar; denn sobald eines dieser Pendel an das Elektrometer gebracht ist, so können die Körper, bey denen man es anwendet, nur etwa 4° mit dem einen und 0, 4 mit dem andern elektrisirt werden. Ueberdies sind wir noch in wesentlichern Rücksichten, als in einer scharfen Bestimmung der Anzeige des Fundamentalelektrometers, von Genauigkeit entfernt; also wird diese noch durch nichts nothwendig gemacht. Diese Mikrometer können eben so wenig bey kleinen Körpern angebracht werden; weil ihre leitende Oberfläche zu groß ist, wodurch sie zu sehr die Grade der Elektrisirung, die sie messen sollten, schwächen würden. Ihr Geschäft ist also kleine Grade der Elektrisirung zu messen, in den Fällen, wo die Menge des elektrischen Fluidums das sie selbst empfangen, nicht merklich den Grad der Elektrisirung der Körper, bey denen man sie anbringt, vermindert. So z. B. wenn im achten Versuche (§. 484) das mit der Belegung A in Verbindung seyende Elektrometer der Kugel, keine merkliche Zeichen von Elektrisirung mehr gäbe; so würde, wenn man nach und nach statt seines Pendels die beyden Mikrometerpendel gebrauchte, man noch lange kleine meßbare Ladungen der Kugel haben können.

## §. 491.

Der vorzüglichste Gebrauch dieser Mikrometer besteht aber darinn, die Sprache der Condensatoren zu bestimmen; ich gebe hier ein Beyspiel von dem Gange, dem man folgen müßte. Ich nehme einen Condensator in dem Rahm Taf. 1 Fig. 10 an, dessen Belegung B in Verbindung mit dem Boden ist. Ich setze an die von dem Condensator abgesonderte Belegung A, das kleinste Mikrometerpendel, dessen Anzeigen auf der Skale

ich für Hunderttheile des Grades am Fundamentalelektrometer annehme. Ich entlade eine große Leidner Flasche, indem ich mit ihrem Knopfe den Tisch berühre, bis sie das Mikrometer nur auf wenige Grade z. B. auf 0, 05 des Fundamentalelektrometers erheben kann. Wenn der Condensator gut ist, so kann ich sodann auf die Belegung A die Fundamentalkugel setzen, ehe ich sie an den Condensator anbringe; und wenn ich in diesem Zustande die Belegung mit derselben Flasche berühre, und sie hernach außer Einfluß des Condensators ziehe, so wird sich die große Kugel um verschiedene Grade bewegen. Zeigte sie 5, 0; so wäre die Wirkung des Condensators, in der Belegung, das Hundertfache des Grades der Elektrisirung, der ihr mitgetheilt ist, so lange sie mit ihm in Berührung war. Ich glaube eben so große Wirkungen wie jene, und noch größre beobachtet zu haben; inzwischen behaupte ich es nicht, denn als ich diese Versuche anstellte, war die Sprache meiner Instrumente noch zu unbestimmt, und daher gebrauche ich diese Zahl nur, um leichter die gedachte Methode vorzutragen. Wenn man nun also den Grad der Kraft eines Condensators, die seiner Belegung mitgetheilte Elektrisirung zu erweitern, erforscht hat; so wird er ein wahres Mikrometer werden, das vorzüglich bey in die Luft erhobnen Leitern anwendbar ist, wenn sie aufhören, durch das kleinste unmittelbare Mikrometer meßbare Zeichen der Elektrisirung zu geben. Sie werden kein Zeichen von Elektrisirung mehr geben, wenn man die Belegung an den Condensator anbringt; aber wenn man sie davon trennt, kann es sich zuweilen eräugnen, daß sie nicht alles erhaltene Fluidum wird anhalten können, weil die kleine Kugel, indem sie über die Skale fährt, es zerstreuen wird. Alsdann muß man diese Kugel wegnehmen, und statt ihrer, entweder diejenige gebrauchen, wel-

che

che zum ersten Mikrometer dient, oder vielleicht selbst die Fundamentalkugel. Ueberhaupt muß, wenn man die Belegung aus der Berührung des Condensators zieht, die an die erstere angebrachte Kugel innerhalb der Erstreckung der Skale stehen bleiben. Alsdann wird der Grad der Elektrisirung des Luftleiters $\frac{1}{100}$ der unmittelbaren Anzeige der Kugel seyn. Ich wiederhole aber, es kömmt hier nur auf eine allgemeine Idee der Methode an, um die Sprache des Condensators zu bestimmen; denn ich zweifle nicht, daß, wenn man hierüber regelmäßige Versuche anstellte, man Phänomene, die zu neuen Untersuchungen führen, entdecken würde.

§. 492.

Indem ich hier die Anzeige der vorzüglichsten Versuche, wozu ich die oben beschriebenen Apparate bestimmt habe, endige, so will ich allgemein die Betrachtung anhängen, womit ich die Vorlegung des Plans zu dem lezten geschlossen habe. Es ist nicht zu rathen, diesen Entwürfen buchstäblich zu folgen, und ihre Resultate zu sammlen; man muß leztre Schritt vor Schritt prüfen; sie unter regelmässige Gesetze zu bringen suchen, die wenigstens wahrscheinliche Verhältnisse mit irgend einem merklichen Umstande haben; und indem man seine Aufmerksamkeit auf diejenigen heftet, welche sich wesentlich von diesen Gesetzen entfernen, ihre Ursachen zu entdecken sich bestreben. Die zweifelhaften, paradoxen Umstände und Schwierigkeiten, die sich bey solchen Untersuchungen darbieten, sind dabey zuweilen von großem Nutzen: man muß diese Hindernisse übersteigen, denen einige Wahrheit liegt immer dahinter verborgen.

## Zwölfter Abschnitt.

### Von den elektrischen Figuren des H. Professor Lichtenberg.

§. 493.

Ich habe diesen Abschnitt einer Klasse von elektrischen Versuchen von einer ganz verschiedenen Art mit denen, welche ich im vorigen Abschnitte abhandelte, bestimmt, die uns in den Stand sezt, mit den Augen die Spuren des elektrischen Fluidums auf nicht leitenden Körpern zu entdecken. Hr. Professor Lichtenberg zu Göttingen hat uns diese neue Bahn durch die Entdeckung eröffnet, die er im Anfange des Jahres 1777 von gewissen Figuren machte, welche Harzstaub auf elektrisirten nicht leitenden Körpern bildet. Er hat von den Versuchen, worauf er durch seine Entdeckung gebracht ist, in zwoen Abhandlungen, welche 1778 und 1779 gedruckt sind, Rechenschaft gegeben *). Ich kam grade um die Zeit, da er sich mit diesen Versuchen beschäfftigte, durch Göttingen; und er hatte die Güte, sie mich sehen zu lassen, und ich schloß schon damals mit ihm daraus, daß sie zu einer Entdeckung über die Natur des elektrischen Fluidums führen würden. Als ich nun die Versuche dieser Art wieder vornahm, war einer meiner vorzüglichsten Gegenstände, jene mit größter Aufmerksamkeit zu verfolgen. Der Theil meines Journals, welcher sie enthält, würde einen ganzen Band füllen, und müßte mit Ku-

*) De noua methodo naturam ac modum Fluidi Electrici inuestigandi Comentatio Prior Gott. 1778. Und in den Nov. Commentar S. R. Gott. VIII. Tom. — Posterior. Gott. 1779. Im ersten Band der Commentariorum eben dieser Gesellschaft.

Kupfern begleitet seyn, welche gut ausgeführt, denen in der Botanik oder Pyrotechnie gleich kommen würden. Um aber ein solches Werk bekannt zu machen, müßte man die Zerlegung der Modifikationen dieser Figuren gänzlich zu Ende gebracht haben, und dies habe ich bisher noch nicht gethan. Ich will hier also nur einen Begriff von der Natur dieser Versuche und der Resultate, die sie mir gegeben haben, anzeigen.

## §. 494.

Es ist bekannt, woraus diese Figuren bestehen. Wenn man eine nicht leitende elektrisirte Oberfläche mit Harzstaube, der durch einen linnenen Beutel geschüttelt wird, pudert, so bildet er gewisse Gestalten, die bey ihrer Unordnung dennoch Regelmäßigkeit haben; es sind Sterne und concentrische Cirkel auf einem unregelmäßig bepuderten Felde. Wenn man nur eine einzige Stelle auf einer nicht leitenden Oberfläche elektrisirt, so bringt man bestimmtere Figuren hervor, welche nach den beyden verschiedenen Arten von Elektrisirung sehr verschieden sind. Hr. Lichtenberg hatte schon aus seinen Versuchen geschlossen, daß die Theile der nicht leitenden Oberfläche, wo der Harzstaub sich ansezt, positiv, und welche er unbedeckt läßt, negativ seyen; und Hr. Cavallo hat es erklärt, indem er zeigt, daß der Harzstaub, durch das Reiben, welches er beym Durchgehen durch die Leinwand erleidet, negativ wird. Ich habe davon auch bey meinen Versuchen einen indirekten Beweis gefunden: als ich zu lockre Leinwand gebrauchte, wo das Harz weniger Reiben erlitt, waren meine Figuren weit regelloser, und sie wurden sehr schön, wenn man stark schütteln mußte, um den Staub durchzutreiben.

## §. 495.

Um auf einmal die positiven und negativen Elektrisirungen, welche Statt haben, wenn man nicht leitende Substanzen ladet, sichtbar zu machen, habe ich diese in sehr dünnen Platten gebraucht; es sind Glasplatten, mit schwarzem Siegellack überfirnißt, das auf sie gesiebt und geschmolzen wird. Die meisten Platten, welche ich gebrauche, sind mit diesem Lack auf beyden Seiten bedeckt; andre nur auf einer Seite, und noch andre sind zwar auf beyden Seiten bedeckt; haben aber leere Stellen den bedeckten gegenüber. Die leeren Stellen sind zu Versuchen mit dem Glase selbst bestimmt, und das Lack auf der entgegengesezten Seite dient nur, den Figuren einen schwarzen Grund zu geben. Man muß sodann abgesondert, die Wirkungen der beyden Elektrisirungen auf das Glas beobachten; denn weil die, der auf ihm hervorgebrachten, entgegengesezte Figur, auf dem Lacke sich befindet, so hat sie andre Kennzeichen. Diese Platten kann man sehr lange gebrauchen, und wenn man die Versuche hier wiederholen oder abändern will, so braucht man nur am Feuer das Lack zu erweichen, um gänzlich die vorigen Elektrisirungen zu zerstreuen.

## §. 496.

Damit diese Platten von beyden Seiten frey seyen, wenn ich auf sie wirke, so lasse ich sie horizontal von zween überfirnißten Glasarmen getragen werden, auf denen sie mit ihrem Rande ruhen; und diese Arme werden selbst von einem isolirenden Fuße getragen. Ueber diesem Fuße erhebt sich ein Stab, auf welchem sich ein andrer gläserner Arm herum dreht, dessen Ende den leitenden Körper trägt, wodurch ich die nicht leitende

Platte

Platte elektrisire: diesen Arm kann man auch verlängern oder verkürzen, und durch diese beyden Bewegungen bringt er den leitenden Körper, zu welchem Theile der Platte man will. Endlich ist er auf die Art wie die Hämmer in den Walkmühlen, aufgehängt; so daß man ohne ihn zu berühren, den leitenden Körper wegnehmen kann. Ein andrer isolirender Fuß, trägt einen gleichen leitenden Körper, an dem Ende eines andern ähnlichen Arms; mit dem Unterschiede, daß ein Gegengewicht ihn gegen die innere Seite der Platte bringt, anstatt daß der andre hier von Natur durch sein eignes Gewicht ruhet; und in den meisten Versuchen sind diese beyden Körper zusammen an die Platte angebracht, einer dem andern gegenüber. Ein dritter aber leitender Fuß endlich, trägt einen beweglichen Arm, wodurch ich eine leitende Verbindung des untern Körpers mit dem Boden veranstalten, und wenn es nöthig ist, aufheben kann.

## §. 497.

Die beyden leitenden Körper, wovon ich so eben sprach, können von verschiedenen Gestalten seyn, nur müssen sie eine hinlängliche Höhe haben, damit der Knopf einer Leidner Flasche, wodurch man sie elektrisirt, der Platte nicht zu nahe komme; ich habe sie von etwa 1 $\frac{1}{2}$ Zoll gebraucht. Was ihre Basis betrifft, womit sie auf der nicht leitenden Platte ruhen, so sind die Wirkungen ihrer verschiedenen Form auch ein Gegenstand der Versuche: folgendes sind die vorzüglichsten, die ich gebraucht habe. 1. Bloße Spitzen, welche an dem einen Ende eine kleine Kugel, um den Funken zu erregen, tragen. 2. Bloße grade Platten, welche oben gleichfalls eine keine Kugel haben. 3. Grade einander bey geringer Entfernung parallele Platten. 4. Cirkelförmige Platten. 5. Körper mit flacher Basis. Mit diesen 5 ver-

schiedenen Formen von paarweise leitenden Körpern, habe ich alle Varietäten in den Versuchen, die ich beschreiben will, angestellt. Ich will hier nur noch zusetzen, was Hr. Lichtenberg schon bemerkt hatte, daß von allen diesen Figuren die schönsten sind, welche die positive Elektrisirung hervorbringt, die durch die Basis einer etwa einen Zoll breiten Röhre bewirkt ist. Es mag vielleicht reichere Ordenssterne geben, aber gewiß wenige die schöner sind.

§. 498.

Diese Paare von leitenden Körpern auf die beschriebene Art eingerichtet, ersetzen die beweglichen Belegungen einer Kleistischen Platte, und laden und entladen die nicht leitende Platte. Man kann hier also die Versuche auf dieselbe Weise variiren, und man muß es nothwendig thun, um die Art der Figuren einzusehen. Die Veränderungen, die sie bey den verschiedenen Arten zu verfahren erleiden, sind es, welche die Ursachen der Abwechselungen, die man hier bemerkt, offenbaren, und welche also auf eine Theorie dieser Figuren führen. Ich theile hier zuerst 8 Abwechselungen in den Versuchen mit, welche ich mit den 5 obigen Körpern anstellte, und durch jede von ihnen habe ich charakteristische Verschiedenheiten, in den sowohl positiven als negativen Figuren erhalten (denn sie bilden sich immer in Paaren von beyden Gattungen); dieses bringt 80 verschiedene Figuren hervor; ich rede nicht von den Gestalten, sondern von den Kennzeichen. Erst. Vers. die beyden leitenden Körper sind einander gegenüber gestellt, man giebt dem obern einen Funken, hernach nimmt man ihn durch Berühren weg, damit, ehe er die Platte verläßt, er mit dem Boden in Verbindung komme, Zweyt. Vers. Wie der vorige, nur nimmt man den obern Kör-

per

per an seinem isolirenden Arm weg. Dritt. Vers. Man nimmt die Verbindung des untern Körpers mit dem Boden weg, ehe man den obern wegzieht, und berührt diesen beym Abziehen. Viert. Vers. Wie der vorige, man nimmt aber den obern Körper an seinem gläsernen Arme weg. Fünft. Vers. Man nimmt die Verbindung des untern Körpers mit dem Boden weg, ehe man den Funken giebt, und berührt den obern Körper beym Wegnehmen. Sechst. Vers. Wie voriger, nur nimmt man den obern Körper an seinem gläsernen Arme weg. Sieb. Vers. Man giebt dem obern Körper einen Funken, ohne daß etwas unten sey, und nimmt diesen Körper durch Berühren weg. Acht. Vers. Wie der vorige, man nimmt aber den Körper an seinem gläsernen Arme weg. Nach jedem dieser Versuche mit den verschiedenen Körpern, muß man die nicht leitende Platte oben und unten pudern, und die charakteristischen Unterschiede der Figuren untersuchen. Es giebt zuweilen zufällige Unterschiede, welche vorzüglich von größerer oder geringerer Genauigkeit in Berührung der Körper mit der Platte, oder in ihrer Entgegenstellung herrühren; und damit man sie nicht mit den charakteristischen Unterschieden verwechsle, habe ich meine Platten 6 Zoll im Quadrat machen lassen; wodurch ich dieselben Operationen, ehe ich pudre, an verschiedenen Stellen wiederhole, und so die Figuren vergleichen kann. Diese Größe der Platten erlaubt mir auch auf einmal mehrere Operationen von verschiedenen Arten vorzunehmen, um sie noch unmittelbarer zu vergleichen: dieses thue ich außerdem immer, indem ich die Varietäten der Figuren auf den verschiedenen Platten erhalte, bis ich alle vergleichbare Kennzeichen derselben beobachtet habe.

§. 499.

§. 499.

Ich habe diese Versuche noch auf 2 Arten, welche sie alle umfassen, abgeändert. Die erstre besteht darinn, das Obre der Platte sogleich zu pudern, nachdem man den Funken gegeben hat, um die Veränderungen zu beobachten, welche die erste Anordnung, durch die verschiedenen Arten die beyden Körper wegzunehmen, und nach den verschiedenen Gestalten der leztern, erleidet. Diese Verfahrungsart hat mir mit am meisten geholfen, die verschiedenen Modifikationen, welche die Platte erleidet, zu entdecken. Die zweyte Veränderung besteht darinn, die Platte ehe man den Funken giebt, zu pudern; um die Bewegungen des Staubs, wenn der Funken ausfährt, und dann, wenn man die Körper wegnimmt, zu beobachten. Diese beyden Arten zu pudern, kann man aber nur auf der obern Seite ausüben, und bis dahin sieht man nur die Modifikationen der positiven Figuren. Um also auch die der negativen Figuren zu beobachten, habe ich zwo verschiedene Methoden die auf Eins hinaus liefen, wenn es die Ladung der Kleistischen Platte beträfe, welche aber charakteristische Unterschiede bey den Figuren hervorbringen. Die eine ist, auf den obern Körper, mit der am Reibzeuge der Elektrisirmaschine geladenen Flasche, zu wirken; oder mit der äußern Belegung der Flasche, welche an ihrem Knopf auf einem isolirenden Gueridon angefaßt ist: die andre, den obern Körper mit dem Boden in Verbindung zu bringen, und dem untern Körper den Funken zu geben.

§. 500.

Man begreift wie sehr sich das Feld dieser Versuche durch diese Veränderungen, wovon jede so viele andre

dre Varietäten in den Versuchen umfaßt, erweitert. Indeß bin ich vielmals dies Feld durchlaufen, und sogar mit noch mehrerer Abwechselung, als ich hier angezeigt habe, um gewisse Charaktere der Figuren zu entwickeln, und dennoch habe ich sie noch nicht alle begreifen können. Durch anhaltendes Studium aber, habe ich wenigstens den allgemeinen Gang, und dadurch den Gang der Ursachen gefaßt. Ich habe hier deutliche Bestätigungen des Systems, das ich gleich Anfangs nach der Theorie des Hr. Volta entwarf, gefunden, und Gesetze entdeckt, die ich auf keinem andern Wege hätte gewahr werden können. Diese allgemeinen Gegenstände allein, will ich hier erklären.

§. 501.

Ich sagte anfangs, daß die, bey diesen Versuchen gebrauchten leitenden Körper, zum Laden und Entladen der nicht leitenden Platte dienen, und daß sie hierinn den beweglichen Belegungen der Kleistischen Platte ähnlich seyen; die Figuren rühren aber, von einer den Modifikationen, die ich bey diesem leztern Apparat oben verfolgte, fast ganz fremden Ursache her; und das diesen leztern Modifikationen analoge Phänomen macht nur den kleinsten Theil der Charaktere der Figuren aus. Bey der Kleistischen Platte betrachten wir nur, die von den Belegungen bedeckten Theile der nicht leitenden Platte: die bey den Versuchen mit den Figuren jenen analogen Theile aber, welche durchaus unmerklich sind, wenn man den Funken durch eine Spitze giebt, sind es immer sehr schwach, wegen der geringen Ausdehnung der Basis der kleinen Körper; so daß der größre Theil von dem was die Figuren insgesammt betrifft, nur einem kleinen Theile der Modifikationen jener Platte ähnlich ist, wovon ich noch nicht gesprochen habe, nämlich,

lich, dem, was um die Belegungen herum vorgeht; dieses will ich erklären, indem ich erst eines der allgemeinen Gesetze dieser Phänomene vortrage.

§. 502.

Wir sind gewiß, daß überall wo der Harzstaub sich ansezt, der Zustand der Platte positiv ist, und daß hingegen alle Theile die keinen aufnehmen, negativ sind. Aber diese Symptome zeigen nicht einzig den Zustand der bepuderten Oberfläche an; weil der Funken sie nicht allein modificirt hat, und die beyden Flächen der Platte einander so nahe sind, daß sie immer gemeinschaftlich auf den Staub wirken: so, daß dieser durch die Summe der beyden Zustände, welche durch die Verschiedenheit in dem Abstande der Oberflächen modificirt ist, bestimmt wird. Es sezt sich also nicht auf die Theile der nicht leitenden Oberfläche, welche die meiste elektrische Materie besitzen, der Staub im größten Ueberflusse an; sondern auf die, wo die Anhäufung davon am wenigsten durch eine Beraubung der entgegengesezten Seite aufgehoben wird. Da gewisse Charaktere der Figuren mich dieses Gesetz vermuthen ließen, so machte ich eine Platte von schwarzem Lack, die groß genug war, um als Kleistische Platte zu dienen; und nachdem ich sie geladen hatte, puderte ich sie von beyden Seiten. Die von den Belegungen bedeckten Theile zeigten nur ein verwirrtes Gewölk, mit kleinen Sternen auf der positiven Seite und kleinen Flecken wie Perlen, auf der negativen, durchstreuet. Dieselben Gewölke mit bloßen zufälligen Veränderungen in ihrer Form, äußerten sich, wenn ich nach der Entladung puderte; und es fanden sich nur einige kleine Sterne auf der negativen Seite, und einige Perlen auf der positiven. Dieselben Erscheinungen nun, habe ich in den Theilen der Figuren bemerkt, welche

welche die kleinern Körper berührt hatten, wenn diese Theile ausgedehnt genug waren, um darinn etwas unterscheiden zu können. Die kleinen Sterne bezeichnen den Ort, wo ein Strahl von elektrischem Fluidum sich auf die Platte ergossen hat; dies ist die Wirkung eines Büschels. Die kleinen Perlen bezeichnen Punkte, zu welchen das eigne Fluidum der Platte sich, wegen einer genauern Berührung mit dem leitenden Körper hinbegeben hat; und folglich sind sie den leuchtenden Punkten ähnlich. Die Stellen, welche die kleinen Körper auf der Platte einnehmen, vorzüglich wenn es spitzige oder dünne Körper sind, bilden nur einen kleinen Theil von Figuren; es sind eigentlich die Punkte, worauf sie sich beziehen, oder welche den Raum, in welchem sie sich bilden werden, bestimmen: und eben so verhält es sich mit den Stellen, welche die Belegungen auf der Kleistischen Platte einnehmen: um sie herum bilden sich die Figuren, und sie folgen hier allen denen Gesetzen, wovon ich nun reden will.

§. 503.

Wir haben diese Figuren dem nicht leitenden Vermögen der Platten zu verdanken; weil dadurch die elektrische Materie hier dauerhafte Stellungen annimmt: Diejenige, welche in Berührung mit einem Theil der Oberfläche kömmt, wird hier gebunden; und wenn im Gegentheil die Platte irgendwo von ihrer eignen elektrischen Materie verliert, so können die benachbarten Theile und die Luft diesen Verlust nur sehr langsam ersetzen. Auch bildet der Staub noch mehrere Stunden nach den Operationen sehr nette Figuren; und vielmal nach einander, durch dieselbe Operation, wenn man ihn sanft wegräumt. Diese Figuren bestätigen also, durch alle ihre Varietäten, welche von bestimmten Umständen abhän=

hängen, sichtbar, was ich oben in Betracht des nicht leitenden Vermögens festgesezt habe, und wir verfolgen hier auch mit dem Auge die Wirkungen der Eigenschaften des elektrischen Fluidums selbst, weil diese Eigenschaften, die Anhäufungen und Beraubungen der elektrischen Materie, die uns der Staub wahrnehmen läßt, hervorbringen. Dieses will ich erklären, wenn ich zuerst die allgemeinen Charaktere der Figuren beschreibe.

§. 504.

Der erste dieser Charaktere, weil er die positiven Figuren sowohl, als die negativen begreift, besteht in den negativen, mit positiven eingefaßten, Streifen, welche mehr oder weniger zahlreich sind, nach der Gattung der Figuren, und die den Umrissen der Stellen, welche die Körper auf der Platte eingenommen haben, folgen. Wenn man diese Streifen betrachtet, so schließt man, daß sie auf einem negativen Grunde, der von einem positiven unordentlichen Streifen begränzt ist, hervorgebracht sind; und daß dieser Grund durch Ursachen nach seiner Bildung durchschnitten worden. Man findet ihn in der That, in verschiedene parallele positive und negative Streifen abgetheilt, welche den Umrissen der Basis des Körpers folgen, und folglich concentrisch sind, wenn dieser Körper spitz ist, oder eine cirkelförmige Basis hat: ich will nur dergleichen Körper annehmen. Der negative Grund, auf welchem sich diese Zonen bilden, den immer ein positives Gewölk einfaßt, ist die erste Modifikation, welche die Platte bey Annäherung des Knopfes der Flasche erleidet: sie wird durch die Wirkung des fortleitenden Fluidums auf die eigne elektrische Materie der Platte hervorgebracht, welches diese sowohl auf die obre als untre Fläche schlüpfen macht; und die-

diejenige, welche sich sodann fortgerückt hat, häuft sich an dem Rande des Raumes an, wo sich die Wirkung des fortleitenden Fluidums äußert. Man wird diese Wirkung und alle ihre Grade gewähr, wenn man bloß den Knopf der Platte entgegenhält, und sie, nachdem er zurück gezogen ist, pudert: Denn alsdann hat man nur einen schwärzlichen, und folglich negativen Flecken, der mit einem positiven Gewölk umfaßt ist. Wenn aber die beyden Körper auf die Platte gesezt worden, und man den Knopf dem obern Körper, ohne den Funken zu geben, genähert hat, so findet man den schwarzen Grund schon durchschnitten; folgendes ist die Beschreibung dieser zwoten Gattung von Figuren. 1. Es hat sich eine kleine positive Einfassung um die Basis des Körpers gebildet, die von dem eignen elektrischen Fluidum des Körpers herrührt, welches mehr ausdehnende Kraft durch das fortleitende Fluidum des Knopfs erhalten, und sich daher in Strahlen über die Platte ausgebreitet hat. 2. Dieses Fluidum hat, indem es von der Basis des Körpers ausgieng, den negativen Zustand der Platte um ihn herum vermehrt, und also eine erste negativere Zone als der Grund ist, gebildet, welche an dem äußern Rande, mit einer kleinen positiven Zone, die durch Anhäufung der elektrischen Materie, welche auf die Platte hingeschlüpft, entsteht, eingefaßt ist. 3. Die elektrische Materie, welche die Einfassung auf der obern Fläche bildet, wirkt auf den Staub auf der andern Seite der Platte, und bringt hier eine wolkigte positive Zone dieser Einfassung gegenüber hervor. 4. Die Wirkung des fortleitenden Fluidums der Einfassung, treibt elektrisches Fluidum in den untern Körper, auf Kosten der benachbarten Theile der Platte; und dadurch bildet sich ein negativer Cirkel um die Stelle des Körpers. Alle diese Symptome nehmen zu, und es

bilden sich neue Durchschnitte auf dem ersten negativen Grunde, in dem Maaße, wie sich der Knopf nähert, so wohl durch seine größre Nähe, als weil er sich immer mehr und mehr ladet. Der darauf ausfahrende Funken veranlaßt neue Schnitte. Endlich bringen die verschiedenen Methoden die Körper wegzunehmen, wenn man den Funken gegeben hat, eine neue Ordnung von Schnitten hervor, die gewisse auszeichnende Charaktere führt, wo sich die einzigen Schwierigkeiten finden, die ich bey der Erklärung angetroffen habe, und um derentwillen ich die Versuche so variirt habe. Dieser erste allgemeine Charakter der elektrischen Figuren, nämlich abwechselnd positive und negative Zonen, welche sowohl die positiven als negativen Figuren begleiten, hat also zur ersten Ursache, das Verrücken der eignen elektrischen Materie der Platte, das durch den Einfluß des fremden elektrischen Fluidums bewirkt wird; womit sich nach den Umständen, neue Verrückungen sowohl dieser elektrischen Materie, die schon der Platte im Anfange des Versuchs gehört, als auch derjenigen, die sie durch den Funken empfängt, verbinden.

## §. 505.

Die Charaktere, welche die positiven Figuren von den negativen unterscheiden, bestehen vorzüglich darinn, daß diese leztern in den meisten Fällen nur von dem Verrücken der eignen elektrischen Materie der Platte herrühren, welches in concentrischen Zonen geschieht; statt daß die positiven Figuren das Gepräge von neuem zu der Platte gekommenen Fluidum an sich tragen. Wenn der obre Körper den Funken erhalten hat, so vertheilt sich das neue elektrische Fluidum, welches dieser Körper nicht ganz fassen kann, nach seiner Neigung zur Bewegung in grader Linie, bey seinem Austritte in Strahlen,

len, und verbreitet sich über die Platte. Die erste Menge, welche hier ankömmt, drückt hier alle ihre Strahlen, durch das Absetzen ihrer elektrischen Materie ein; und wenn dieser Theil der Platte gepudert wird, so zeigt er dem Auge eine eben so dicke, und mit Fäden unterwebte Einfassung, als das Ausgefädmete ist, womit man die Trauermanschetten einfaßt. Wenn die Platte von diesen ersten Strahlen hinlänglich geladen ist, so widersteht sie, noch mehr anzunehmen, und indem sodann das elektrische Fluidum, welches sich in der Basis anhäuft, dem nachfolgenden widersteht, so macht es, daß dieses in Bündeln ausspringt, welche von dem Körper auf eine gewisse Höhe ausfahren, und sich an die Platte ansetzen; sie in einiger Entfernung von dem Körper zu berühren anfangen, und sich von da in Strahlen, wie man die Sonne abzubilden pflegt, ausbreiten. Diese beyden Gattungen von Strahlen (Filets) mit allen concentrischen Modifikationen, welche ihr Grund erleidet, und sie selbst erleiden können, machen die Schönheit der positiven Figuren und ihren unterscheidenden Charakter aus.

## §. 506.

Bey dem Niederfallen dieser Gattung von Büscheln auf die nicht leitende Platte, erleidet der ursprüngliche Grund der Figuren sowohl oben als unten, verschiedene Modifikationen, wovon folgende die vorzüglichsten sind. 1. Die dicker gewordene Einfassung erstreckt ihren Einfluß auf den ursprünglichen Grund weiter, und dehnt also sowohl die negative Zone aus, die sie einschließt als die positive, welche diese an der äußern Seite begränzt. 2. Dieselbe Wirkung findet unten in Absicht des Grundes Statt, und das positive Gewölk, welches durch die Wirkung der obern Einfassung durch die

Platte hindurch, hervorgebracht ist, wird ausgedehnter und weißer. 3. Ueberall wo die Strahlen der zweyten Klasse (welche nämlich von dem Körper in einiger Höhe über der Basis ausfahren) die Einfassung ohne sie zu berühren gestreift haben, ist ihr Durchgang durch schwarze Striche auf der Einfassung angezeigt; weil das fortleitende Fluidum dieser Strahlen, die elektrische Materie unter ihnen verrückt hat: wenn sie aber die Einfassung berührt haben, so machten sie sie dichter. Man unterscheidet durch ihre Verlängerung außerhalb der Einfassung, die individuellen Strahlen, welche diese beyden entgegengesezten Wirkungen auf sie hervorgebracht haben. 4. Jenseits der Einfassung, geschieht der größte Niederfall dieser zweyten Klasse von Strahlen; und sie dehnen sich hier in Gruppen aus, indem sie sich auf die schönste Weise in Aeste zertheilen. Diese langen Strahlen sind oft durchschnitten, man wird aber ihren Zug auf der Platte gewahr, denn überall, wo sie dieselbe nicht berührt haben, verrückten sie die elektrische Materie unter ihnen; daher sind die Striche, welche ihren Gang bezeichnen, abwechselnd schwarz und weiß. 5. Diese Strahlen bilden also gleichsam Sprünge auf der Platte, und diese Sprünge (Ricochets) erstrecken sich oft sehr weit; ich fand einige mehrere Zolle entfernt, welche in dieser ganzen Strecke die Platte nicht berührt hatten. Diese Faden der Strahlen, welche noch elektrische Materie jenseits der Gränzen der gewöhnlichen Figur absetzen, sind meistens gabelförmig, und theilen sich in dem Punkte des Niederfallens in 2 oder 3 kleine Aeste. Ich sahe sogar dergleichen Aeste neue Sprünge machen, wenn der Funken sehr stark, oder wiederholt war. 6. Alle die weißen Züge sind mit schwarz eingefaßt, hernach am äußern Ende mit schwachem Weiß, und alle schwarzen Züge, welche durch den Durch-

Durchgang des Strahls ohne die Platte zu berühren, gebildet wurden, sind mit schwachem Weiß eingefaßt; dieses zeigt neues Verrücken der elektrischen Materie auf dem ursprünglichen negativen Grunde an. 7. Dieser Regen von elektrischem Fluidum auf die obre Fläche der Platte, verursacht auch neues Verrücken der elektrischen Materie auf der entgegengesezten Fläche; woraus neue schwarze, mit weißem Gewölk eingefaßte Felder entstehen, jedoch ist alles schwach, und von verschiedenen Umständen modificirt; und in diesen neuen Feldern erblickt man Gewölke, welche die Wirkung der positiven Einwirkung der obern Strahlenmassen durch die Platte hindurch, sind. 8. Wenn endlich die leitenden Körper die man gebraucht, cirkelförmige oder parallele Platten sind, so werden unter ihnen dieselben Wirkungen auf die nicht leitende Platte mit sehr merkwürdigen Modifikationen hervorgebracht, die aber durch den Einfluß dieser Platten zu verwickelt sind, als daß ich davon einen ausführlichen Begriff geben könnte. Ich will also nur anmerken, daß alle Strahlen von elektrischem Fluidum, welche aus einer Platte in die andre gehen, sich auf ihrem Wege krümmen, zertheilen, und an ihren Enden verdicken; dieses bildet blätterigte Ramifikationen: und daß sehr oft diese niedlichen Zweige, statt weiß zu seyn, schwarz sind; daher das augenblickliche Daseyn der Strahlen nur durch die Abschnitte, welche sie an der innern Einfassung machten, indem sie hier die elektrische Materie verdrängten, angezeigt wird. Alle weißen Züge dieses Laubwerks, sind auch mit Schwarz eingefaßt, durch dasselbe Verdrängen.

## §. 507.

Diese ersten Wirkungen des Funkens auf die Platte erleiden nur wenig Veränderung, wenn man den obern

Körper an seinem Glasarme wegnimmt; weil man nicht wesentlich den Zustand der Platte verändert: wenn man aber diesen Körper, ehe man ihn wegnimmt berührt, so erleidet der mittlere Raum der Figuren, sowohl oben als unten, etwa auf einen halben Zoll von den beyden Körpern, sehr besondre Veränderungen. Um alle Charaktere dabey zu begreifen, habe ich die Versuche so sehr variirt; und folgendes habe ich überhaupt bemerkt. Wenn man den obern Körper berührt, unterdeß der untre noch mit dem Boden in Verbindung ist, so entladet man bloß die Theile der Platte, auf welchen die Körper unmittelbar liegen, und folglich empfängt der Finger einen kleinen Funken. Diese Theile aber sind, wie ich sagte, in den Figuren wenig merklich; und die Verschiedenheiten, die man hier nach dem Entladen wahrnimmt, rühren von dem Antheil her, den die Theile der Platte, welche diese Körper umgeben, daran nehmen. Oben, begiebt sich das elektrische Fluidum aus diesem Theile der Platte zu dem Körper, den man berührt; unten, hat das Fluidum, welches sodann aus dem Boden in den Körper geht, auf die umgebenden Theile der Platte, Einfluß. Dadurch bilden sich zwo verschiedene Gattungen von figurirten Borten, welche die Mitte zwischen den beyden Figuren, um die Stellen herum, wo die Körper waren, einnehmen. Dieses ist weisses Laubwerk auf schwarzem Grunde, oder schwarzes Laubwerk mit weißen Zierrathen auf weißem Grunde; und was noch sonderbarer ist; so haben verschiedene Theile derselben Zone oft beyde Charaktere. Die bordirte Zone der negativen Seite, ist von der, auf der positiven verschieden; es ist aber fast unmöglich ihre Unterschiede ohne Figuren zu erklären; und ich habe mir nicht von allen ihren Ursachen Rechenschaft geben können, ob ich gleich, indem ich die Platte, ehe ich die Körper

darauf

darauf stellte, oder sie wegnahm, puderte, bald auf der positiven bald auf der negativen Figur, die verschiedenen Bewegungen des Staubes sahe, nach den verschiedenen Arten die Körper wegzunehmen, wenn dieses Laubwerk sich bildete. Ich nahm mir vor, diese Versuche noch mit mehrerer Varietät zu wiederholen, um den Gang des elektrischen Fluidums in allen diesen Veränderungen ausfindig zu machen: ehe dieses aber geschieht, sieht man wenigstens, daß die Schwierigkeiten nur in den Wirkungen irgend eines besondern Umstandes liegen, die ich noch nicht fassen konnte, und daß diese Schwierigkeiten der Gewißheit der angezeigten allgemeinen Gesetze nichts benehmen.

## §. 508.

Alle Modifikationen der Platten, wovon ich bisher sprach, finden bey der Kleistischen Platte, um ihre Belegungen herum, Statt, sowohl auf der negativen als positiven Seite, wenn man sie bis zum Knistern ladet; die Figuren, welche daraus entspringen, sind von den bisher betrachteten, nur in Absicht der Größe des Raums, um welchen sie sich bilden verschieden; und wenn man die Belegungen, auf die verschiedenen in Rücksicht der kleinen leitenden Körper angezeigten Arten, wegnimmt, so erleiden diese Figuren auch Durchschneidungen, welche von denselben Ursachen herrühren. Wichtiger an diesen Rändern der Platte zu bemerken, sind aber die Eindrücke, welche die freywilligen Entladungen hier zurücklassen; ich habe hier oft ein wirklich wunderbares Strahlen gesehen, das aus weißen Strahlen, so grade und enge als die Zähne eines feinen Kamms, bestand, welche unter einem rechten Winkel zu beyden Seiten des Ganges, den der Funken nahm, ausfahren, und ein großes negatives Feld, das durch den Einfluß

des Stroms hervorgebracht ist, durchstreichen. Dieses Phänomen wollte ich, wegen des, unter einem rechten Winkel mit einem so heftigen Strom, lateralen Ausstrahlens, mit größter Sorgfalt untersuchen.

## §. 509.

Was ich in Betracht der von dem Harzstaube auf nicht leitenden elektrisirten Platten gebildeten Figuren gesagt habe, bestätigt sichtbar, was ich oben über das nicht leitende Vermögen, über die Modifikationen des elektrischen Fluidums, und über die Ursache der Bewegungen die es hervorbringt, anführte. Die nicht leitenden Substanzen halten die elektrische Materie, welche mit ihnen in Berührung kömmt, stark an sich, sie figiren sie sogar an den Punkten die sie berührt, und alle Verrückungen, die sie hier durch fremde Ursachen erleidet, sind dauerhaft: daher rühren die Figuren selbst und ihre Dauer her. Die elektrische Materie hat nur in großer Nähe ein Bestreben zu diesen Körpern: dieses sieht man aus der Unterbrechung der positiven Strahlen; denn es folgt daraus, daß der kleine Strom von elektrischem Fluidum, sehr nahe an der Platte vorbey streichen konnte, ohne sich zu ihr zu begeben. Das fortleitende Fluidum aber neigt sich zu den nicht leitenden Substanzen, wie gegen jede andre Substanz, und verdrängt hier auch die elektrische Materie: Dieses beweisen die positiven Einfassungen der negativen Theile der Figuren, so wie alle Umstände, welche die Bildung dieser leztern begleiten. Auf die elektrische Materie allein, beziehen sich die elektrischen Bewegungen: man sieht es aus dem Bestreben, des negativ gewordenen Harzstaubes zu allen Theilen der Platten, wo die elektrische Materie angehäuft worden. Sobald endlich das elektrische Fluidum frey ist, bewegt es sich

in

Digitized by Google

in grader Linie: dies beweist die strahligte Richtung der äußern Züge der positiven Figuren. Alle Modifikationen der Figuren erklären sich durch diese allgemeinen Grundsätze, und es ist in ihrem Betracht keine Schwierigkeit, als nur in der Entdeckung der, in gewissen besondern Fällen wirkenden Umstände.

§. 510.

Den erstern der vorhergehenden Sätze, welcher das Vermögen nicht leitender Substanzen, die elektrische Materie an sich zu halten, betrifft; kann man auch sichtbar durch diese Figuren beweisen, vermittelst der Vergleichung der Phänomene an Substanzen, von denen man weiß, daß sie in dem Grade ihres nicht leitenden Vermögens differiren. Da das Glas dieses Vermögen nicht in demselben Grade, wie das Siegellack besizt, so wäre es lehrreich, auf dem erstern Figuren hervorzubringen, um ihre Charaktere, mit den bisher angezeigten zu vergleichen; in dieser Absicht nahm ich Glasplatten, wovon eine Seite mit schwarzem Lack um den Figuren zum Grunde zu dienen, bedeckt war, und die andre war entweder ganz unbedeckt, oder mit Lack in concentrischen Streifen durchschnitten. Durch die erstere dieser Platten konnte ich eine ganze positive oder negative Figur auf dem Glase haben; durch die andere bildete sich ein Theil dieser Figuren auf dem Glase, ein andrer auf dem Lacke. Wenn diese Platten unmittelbar nach der Operation gepudert wurden, so waren die Figuren des Glases und Lackes wenig verschieden: je länger ich aber mit dem Pudern säumte, desto unordentlicher wurden sie auf dem Glase, und bildeten am Ende nur verworrenes Gewölk.

§. 511.

Diese Klasse von Versuchen kann nützlich werden, wenn man die Zeiten der Zerstreuung der Figuren auf verschiedenen Substanzen, und die Art, wie diese Zerstreuung durch verschiedene Zustände der Luft sich äußert, betrachtet. Es war meine Absicht auch diese Methode zu gebrauchen, um den Wirkungen des Reibens unter den verschiedenen nicht leitenden Substanzen zu folgen; wie z. B. zwischen zwoen etwas convexen Glasplatten, die eine auf der geriebenen Seite unbedeckt, die andre mit schwarzem Lack überzogen; und zwischen beyden und schwarzer Seide; indem ich hoffte, in den, auf diesen verschiedenen Körpern hernach durch Harzstaub gebildeten Figuren, Aufklärungen über den Begriff, den ich mir von der Ursache der Erregung (§. 284) gemacht hatte, zu finden; aber alles dieses muß noch ausgeführt werden.

§. 512.

Diese Figuren dienen endlich dazu, das Daseyn der Ursache zu beweisen, der ich oben die Schwingungen der Kugel des Elektrometers während der Ladung der Platte oder der Leidner Flasche zuschrieb; nämlich den absetzenden Durchgang des elektrischen Fluidums von der Belegung, welche es aufnimmt, zu der nicht leitenden Oberfläche die sie berührt, und von der entgegengesezten Oberfläche in den Boden. Ich verdanke dem Hr. Lichtenberg die Kenntniß des Phänomens, wodurch dieses Absetzen (Intermittence) sich dem Auge zeigt. Wenn man eine von den gedachten nicht leitenden Platten auf eine ebene leitende Fläche sezt, welche mit dem Boden Verbindung hat, und mit dem Knopfe einer Leidner Flasche darauf kömmt, als ob man einen freyen

Strich

Strich ziehen wollte und sie pudert; so findet man statt eines bloßen Zuges, eine, den jungen Zweigen des Lerchenbaums sehr ähnliche Figur; d. h. eine Reihe regelmäßig gestellter Büsche, die von beyden Seiten des Zuges des Knopfs ausgehen. War die Flasche am Reibzeuge der Elektrisirmaschine geladen, so erhält man statt dieser Reihe von Büschen eine Art eines Rosenkranzes mit weit aus einander stehenden Körnern: je schneller die Bewegung des Knopfs war, desto weiter stehen die Büsche und Körner von einander. Dieser Unterschied zwischen den beyden Gattungen von Figuren, rührt von denselben Ursachen her, welche den Büschel oder leuchtenden Punkt an den spitzen Leitern, nachdem sie positiv oder negativ sind, hervorbringen; und die Abstände zwischen diesen kleinen auf einander folgenden Figuren, welche die absetzenden Ausflüsse oder Zuflüsse bezeichnen, rühren von dem Widerstande der nicht leitenden Oberfläche her, elektrisches Fluidum zu verlieren, oder anzunehmen: aus diesem Widerstande fließt, daß die Modifikationen der Belegungen zu einem gewissen Grade kommen müssen, um auf diese Flächen Wirkung hervorzubringen; so wie auch die Luft in einer umgekehrten Bouteille gewissermaßen verdünnt seyn muß, damit die äußre Luft durch die ausfließende Flüssigkeit dringe. Die Arten von Stößen, die man in diesen beyden Phänomenen wahrnimmt, rühren also von analogen Ursachen her.



Digitized by Google

## Dreyzehnter Abschnitt.

### Von den verschiedenen leitenden Fähigkeiten der verschiedenen leeren Räume.

§. 513.

Nach dem, was ich bisher von dem elektrischen Fluidum gesagt habe, scheint mir offenbar, daß dieser Dunst, in den von andern Substanzen als von der Luft, den Wasserdünsten, dem Feuer, und ohne Zweifel vielen andern zarten Flüssigkeiten, nicht eingenommenen Räumen, nicht verbreitet sey; sondern immer zu einem Körper gehöre (die Theilchen der groben atmosphärischen Flüssigkeiten mit darunter begriffen), ausgenommen in sehr kurzen Zeiten, wo er sich von einem Körper oder Theilchen nach einem andern hinbegiebt, indem er den Gesetzen seiner Bewegungen folgt. Die Luft allein betrachtet, ist ein Nichtleiter des elektrischen Fluidums, folglich nimmt sie dies Fluidum nur in der Berührung an, und läßt es durch: indem sie allmählig in Berührung mit den elektrisirten Körpern kömmt, bringen diese Theilchen sie zu ihrem eignen Zustande. Ist die Luft mit Wasserdünsten vermischt, so verlieren die Körper weit eher ihre Elektrisirung; weil die Theilchen dieser Dünste leiten, und sie also leichter das elektrische Fluidum wegnehmen und durchlassen, wenn das elektrische Gleichgewicht der Körper die sie umgeben, unterbrochen ist.

§. 514.

Ich vermuthe, daß ein unvollkommner leerer Raum nur darum leite, weil die verdünnte Luft, welche den Raum einnimmt, mit Wasserdünsten vermischt ist; meine Gründe sind folgende. Wir wissen erstlich durch die

Digitized by Google

die Versuche von Hr. Nairne (Philos. Trans. Jahr 1777), daß man bey der Luftpumpe sehr behutsam seyn müsse, damit das übrig bleibende verdünnte Fluidum, nicht größtentheils aus Wasserdünsten bestehe. Diese Versuche hatten zur Absicht die Ursache des Unterschiedes der Sprachen des gewöhnlichen Manometers und des von Hr. Smeaton zu entdecken, und sie bewiesen, daß der durch dieses gewöhnlich angezeigte große leere Raum, eine Täuschung sey, welche die Wasserdünste hervorbringen; indem diese die Birn dieses Manometers anfüllen, unterdeß man den leeren Raum macht, und sich zersetzen, wenn die Luft wieder in den Recipienten tritt. Das gewöhnliche Manometer aber zeigt das Daseyn der Dünste, während der Wirkung der Luftpumpe und der Unterschied der Anzeigen der beyden Manometer, giebt das Verhältniß ihrer Menge mit der Luft, in dem verdünnten Fluidum an, welches noch auf das gewöhnliche Manometer wirkt. Dieses Verhältniß nun war bey den Versuchen von Hr. Nairne jederzeit sehr groß, wenn er kein künstliches Mittel die Wasserdünste zu zerstören, gebraucht hatte, die sich von allen Theilen des Apparats, in dem Maaße wie man die Luft auspumpt, losreißen. Ich habe auch bemerkt, indem ich das Quecksilber in vielen Barometern kochen ließ, daß dieses wirksamste Verfahren, zur Gleichförmigkeit ihrer Höhe und ihres Ganges darinn bestehe, weil man dadurch sicher alle Feuchtheit, welche in der Röhre und auf der Oberfläche des Quecksilbers seyn könnte, vertreibt. Endlich scheint mir die Ungewißheit in dem Verlauf der Operationen, wodurch man die Röhren und Flaschen, welche das elektrische Fluidum auf eine leuchtende Art durchlassen, bereitet, von derselben Ursache herzurühren. Dasselbe Glas und derselbe Grad des leeren Raums ist nicht hinlänglich, nicht einmal beynahe, um die-

dieselben Phänomene hervorzubringen; und ich glaube daß die sehr großen Unterschiede die man hier bemerkt, von der Natur des verdünnten Fluidums selbst, welches sich hier eingeschlossen befindet, herrühren.

§. 515.

Wie auch diese Vermuthung, worauf ich noch einmal kommen werde, beschaffen seyn möge, so beweist die Erfahrung, daß ein gutes Torricellianisches Vakuum, das uns die größte Abwesenheit jeder merkbaren Substanz angiebt, alsdann aufhört ein Leiter zu seyn. Ich vermuthete es seit einiger Zeit, indem ich sahe, daß diejenigen Barometer, in denen ich das Quecksilber mit größter Sorgfalt hatte kochen lassen, kein Leuchten hervorbringen; und diese Thatsache ist durch einen Versuch von Hr. Walsh bey dem ich zugegen war, bestätigt, und der 1774 in D. Priestleys Versuchen über verschiedene Luftarten (1 Theil. II. Abtheil. VIII. Abschn.) bekannt gemacht ist. Das Instrument war ein großer Glasheber, der zwey Barometer machte, die ein gemeinschaftliches Vakuum hatten. Wie dieser Heber anfangs wie gewöhnlich mit Quecksilber gefüllt war, sahe man in den großen luftleeren Bogen, das elektrische Fluidum mit einem violetten Lichte fahren, und man zog aus dem Behälter des zweyten Barometers, der so wie derjenige, welchen man elektrisirte, isolirt war, Funken heraus: Nachdem man aber das Quecksilber in dem Heber kochte, leuchtete der Bogen nicht, und das zweyte Barometer nahm kein elektrisches Fluidum mehr an. Hr. Morgan hat hernach denselben Versuch mit bloßen Barometern wiederholt, deren Gipfel mit Zinnblättern bedeckt war. Dieser Gipfel lud sich durch das elektrische Fluidum, welches in leuchtender Gestalt in das Vakuum drang, wenn das Quecksilber in der Röhre nicht gekocht war; lud sich aber

aber nicht, wenn man dasselbe kochte. Diese in den Phil. Transakt. von 1785 bekannt gemachten Versuche ergänzen den Beweis von dem, was man schon aus dem vorhergehenden geschlossen hatte, daß sich nämlich das elektrische Fluidum durch einen luftleeren Raum nicht mittheile.

## §. 516.

Indeß muß ich hier doch eines Umstandes bey dem Versuche von Hr. Walsh erwähnen, worauf D. Priestley anspielt, ohne ihn zu erzählen, und welcher bey einigen Physikern obigen Satz zweifelhaft machte. Unterdessen das Vakuum des großen Hebers kein elektrisches Fluidum durchließ; so sahe man, wenn man den Finger oben an die elektrisirte Columne hielt, über dem Quecksilber Licht erscheinen: wenn man fortfuhr, den Finger längst der Röhre zu erheben, so dehnte sich dieses Licht aus; und wenn man oben an den Heber kam, so stürzte sich ein leuchtender Strom, auf einmal in den andern Arm. Alsdann fand man das zweyte Barometer elektrisirt, und der Bogen des Hebers fuhr fort jedesmal Licht zu geben, wenn man aus dem zweyten Behälter Funken zog. Wenn man eine Zeitlang zu elektrisiren aufhörte, indem man zugleich die beyden Behälter entlud; so war das Vakuum von neuem ein Nichtleiter, und man mußte dieselbe Operation mit dem Finger wiederholen, um den leuchtenden Strom in den zweyten Arm des Hebers über zu bringen. Dieses ist das Phänomen, über dessen Ursache ich keine direkte Vermuthung wagen will; ich glaube aber durch analoge Phänomene, welche sich in der Luft zutragen, beweisen zu können, daß jenes dem Glase und nicht dem luftleeren Raume zukomme.



Digitized by Google

§. 517.

Ich habe schon des erstern von diesen Phänomenen erwähnt, (§. 475.) welches sehr häufig bey der Leidner Flasche vorkömmt; wenigstens ist es selten, daß die so ich gewöhnlich gebrauche, es nicht hervorbringe, wenn ich mich mit einem etwas lange daurenden Versuche beschäftige. Es betrifft nämlich eine Fläche von violettem Lichte, die sich mit einem Pfeifen offenbarte, so wie das Wasser, wenn es durch eine Oeffnung in einer Springröhre durchgezwungen wird. Diese Fläche, welche zuweilen verschiedene Zolle breit ist, hat im Finstern ganz das Ansehen eines Wassergusses, der aus dem Rande eines Bassins fließt; sie geht von der hölzernen Scheibe welche die Flasche verschließt aus, und begiebt sich zu der äußern Belegung. Ich habe über die Umstände, welche die Bildung dieser glänzenden Fläche bestimmen, nichts entdecken können, ob ich gleich darauf aufmerksam war; folgendes habe ich aber wenigstens oft bey direkten Versuchen die ich darüber anstellte, beobachtet. Wenn ich meine Flasche im Stande sahe, dieses Phänomen hervorzubringen, so erhob ich sie über dem Tische meiner Elektrisirmaschine, daß ihr Knopf den Knopf eines meiner Elektrometer berühren konnte, und lud sie langsam durch Verbindung mit dem ersten Leiter. Die Kugel hob sich wie gewöhnlich, oscillirend zu 28 oder 30°; so bald sich aber das Pfeifen hören ließ, fiel sie zu 26 oder 27° und blieb stehen. Wenn ich zu elektrisiren aufhörte, die Flasche entlud, und die Ladung wieder anfieng, so wiederholte sich dasselbe Phänomen gewöhnlich mehremal; aber endlich eräugnete sichs, daß im Augenblick der größten Erhebung der Kugel, sich das freywillige Entladen einstellte, und die Kugel die Skale herunterfiel. Dieses ist ein erstes Beyspiel, eines, längst einer nicht leitenden Oberfläche, in voller Luft gebildeten leuchtenden Stroms.

§. 518.

§. 518.

Das zweyte Beyspiel war zufällig, und ich verfolgte es nicht sehr aufmerksam. Ich hatte eine isolirende Stütze an einer großen, nur an der äußern Seite überfirnißten Glasröhre, für einen metallenen Leiter zubereitet, von etwa 2 Zollen im Durchmesser, und 7 bis 8 Zollen lang, in welchen die Glasröhre hinein gieng, inwendig von Messing. Als ich diesen Leiter elektrisiren wollte, fand ich die Stütze nur bis zu einem gewissen Punkt isolirend; jenseits dem sich in der Röhre ein abgebrochener leuchtender Strom zeigte. Ich brachte ein Elektrometer an den metallenen Cylinder an, um den Grad seiner Elektrisirung zu bestimmen, wenn die Röhre leuchtend wurde. Die Kugel dieses Elektrometers hob sich etwa bis 40°; hernach fiel sie durch eine plötzliche Explosion in der Röhre sehr tief, und hob sich bis zu einer neuen Explosion. Ich dachte nicht daran zu versuchen, ob, wenn ich die Röhre auswendig berührte, die Explosionen sich bey einem geringern Grade der Elektrisirung des Cylinders eräugnen würden, oder ob daraus ein mehr regelmäßiger leuchtender Strom entspränge: ich war mit andern Versuchen beschäftigt, wozu dieser Cylinder dienen sollte; und da ich dergleichen Explosionen, bey den Stützen aus inwendig überfirnißten Röhren nicht bemerkt hatte, so überfirnißte ich jenen, welcher isolirend wurde; und verschob es zu einer andern Zeit, dasselbe Phänomen hervorzubringen, um es aufmerksamer zu untersuchen. Ich habe keine Zeit gehabt, diesen Versuch vorzunehmen, habe aber beynahe dasselbe Phänomen bey Thermometer-Röhren gesehen, wenn ich sie inwendig nicht überfirnissen konnte; dieses nöthigte mich statt ihrer, Stäbchen von solidem Glase zu nehmen; und man findet in der angeführten Abhandlung von Hr. **Morgan**, daß

lange Thermometer-Röhren das elektrische Fluidum in leuchtender Gestalt in ihren engen Canälen durchlassen.

## §. 519.

Es scheint nach diesen Phänomenen, daß das Glas in einigen Fällen auf das elektrische Fluidum dermaßen wirken kann, daß es auf seiner Oberfläche fortschlüpft, und daß dieses so gut in der Luft als im Vakuum geschehe. Es bewegt sich hier nicht, wie auf den Leitern; denn es wird hier leuchtend; und es hört auf dahin zu gehen, wenn der Leiter, der es durchläßt, zu einem gewissen Punkt entladen ist. Von dieser Eigenschaft des Glases rühren also vermuthlich einige leuchtende Phänomene des elektrischen Fluidums in den Glasgefässen, worinn man die Luft verdünnt hat, her. Einige von diesen Phänomenen haben ohne Zweifel in dem Raume selbst Statt; und wenn sich z. B. hier ein Leiter in eine Spitze endiget, so ist keine andre Substanz nöthig, um hier das elektrische Fluidum durchzulassen. Durchstreicht dies Fluidum ein gutes Vakuum nicht, so geschieht es nicht, weil es dieses hier zu thun verweigere, sondern weil es von leitenden Substanzen, die diesen Raum begränzen, zurückgehalten wird. Wenn also der Leiter, welcher hier das elektrische Fluidum zuführt, sich in eine Spitze endigt, oder nur keine zu große Krümmung hat, so entweicht dies Fluidum in das Vakuum wie in die Luft, und sogar mit größrer Schnelligkeit; und indem es den Raum als ein leuchtenden Strom durchstreicht, legt es sich an seine Wände an. Wenn aber die Leiter, welche das elektrische Fluidum in einen luftleeren Raum bringen, abgerundet genug sind, daß es hier in seinem Kreislaufe fortfahren könne, und dennoch dies Fluidum sich in einen leuchtenden Strom ergiest, so lassen uns die Versuche der H. H. Walsh und Mor-

Morgan (wo ein gutes Vakuum kein Leiter war) und des H. Nairne (welche uns Wasserdünste in einem unvollkommnen Vakuum zeigen) urtheilen; daß in diesen Fällen wo das elektrische Fluidum abgerundete Leiter verläßt, um die verdünnte Luft zu durchstreichen, da es in voller Luft daran geblieben seyn würde, die Wasserdünste es aufnehmen; und daß es sodann leuchtend wird, indem es sich Theilchen auf Theilchen entschwingt, wie es geschieht, wenn es sich längst einer Kette, deren Glieder unterbrochen sind, bewegt. Aber ein andrer Theil der leuchtenden Phänomene des elektrischen Fluidums in den Glasgefäßen, wo man die Luft verdünnt hat, rührt von der Oberfläche dieser Gefäße selbst her. Die Abwesenheit der Luft begünstigt diese Phänomene, wenn das verdünnte Fluidum, welches die Gefäße einnimmt, großentheils aus Wasserdünsten besteht, und wenn sie sich nicht zeigen, kann man sie sichtbar machen, wenn man die äußre Fläche des Gefäßes berührt, wie man besonders bey dem Heber des Hr. Walsh sieht. Wenn man Firniß über das Glas bringt, so vermindert man sein Vermögen, diese Phänomene hervorzubringen; inzwischen zerstört man es nicht; oder vielleicht besizt der Firniß es selbst auf einen gewissen Punkt; weil der nicht belegte überfirnißte Theil der Leidner Flasche dem elektrischen Fluidum einen ähnlichen Durchgang verstattet, wenn der Unterschied des Zustandes der beyden Belegungen zu einem gewissen Grade gelangt ist.

## §. 520.

Ich behaupte nicht alle Schwierigkeiten bey diesen Phänomenen gehoben zu haben; man muß sie sorgfältig verfolgen, um daraus eine Theorie die alle umfaßt, zu entwerfen: aber wenigstens widersprechen sie denjenigen

nicht, und bestätigen es sogar, in einigem Betracht, was uns alle übrigen Phänomene über das elektrische Fluidum sagen, nämlich: „daß seine Ausdehnbarkeit der des Lichts ähnlich sey, daß es also die von andern Substanzen leeren Räume nicht einnähme: daß es sie schnell in grader Linie durchstreicht, wenn es frey ist; daß es dieses aber nur in der sehr kurzen Zeit sey, wo es sich von einem Körper, oder einem Theilchen des leitenden Fluidums, zu einem andern begiebt: daß es also, so lange es in einem Orte verbleibt, hier nur gleichsam Parasit oder Satellit den andern Substanzen sey, die ihn einnehmen; d. h. auf die nicht leitenden Substanzen befestiget, oder um die leitenden Substanzen cirkulirend.“

## Vierzehnter Abschnitt.

### Von den Phänomenen, wobey sich das elektrische Fluidum zersezt.

### §. 521.

So lange das elektrische Fluidum sich an den nicht leitenden Körpern aufhält, oder ununterbrochen zwischen den leitenden Körpern cirkulirt, so wird man es nur durch die Bewegungen, die es bey freyen Körpern verursacht, gewahr; es bringt weder Wärme, Hellheit noch Geruch hervor; und dennoch zeigen sich alle diese Phänomene, wenn es sich aus einem Körper in den andern schwingt, oder aus einem Leiter, dessen Krümmungen zu jähe sind, entweicht. In diesen beyden Fällen erleidet das elektrische Fluidum eine starke Vermehrung in seiner Dichtigkeit und Bewegung. Man begreift leicht, wie dicht es in den Funken seyn müsse, wenn man überlegt, durch welchen kleinen Strahl sich der größte Leiter entlade: sein ganzes Fluidum versammlet sich in dem

dem Punkte, auf den der benachbarte Körper den meisten Einfluß hat; seine Strahlen die sich in diesem Punkte von allen Seiten endigen, stoßen einander, und bleiben vereinigt, bis ihr Bündel den Punkt des andern Körpers nach dem sie streben, erreicht hat; und dennoch macht der stärkste Funken, wenn er durch eine Karte schlägt, nur ein sehr kleines Loch. Die Geschwindigkeit des elektrischen Fluidums ist bey diesen Strömen gleichfalls vermehrt, weil statt der Verzögerungen, die es unaufhörlich durch sein Bestreben nach dem Leiter um den es cirkulirt, erlitt, dessen Richtung jederzeit mit seiner eignen Bewegung einen Winkel macht; diese beyden Bewegungen nun einerley Richtung in den Funken haben. Die Büschel werden gleichfalls aus einem sehr dichten und schnellen Fluidum gebildet, weil sie die Verbindung aller Fäden sind, welche demjenigen Punkte eines Leiters entweichen, der das wenigste Vermögen sie zu beugen hat. In diesen beyden Fällen also, wird das elektrische Fluidum dichter und bewegt sich schneller, und es erleidet sodann die den Flüssigkeiten seiner Klasse gemeinschaftlichen Modifikationen; d. h. daß ein Theil seiner Theilchen sich zersezt, und ihre frey gewordenen Bestandtheile durch ihre unterscheidenden Phänomene sich offenbaren.

## §. 522.

Der erste ursprüngliche Bestandtheil des elektrischen Fluidums, den seine Zersetzung unsichtbar macht, ist das Licht, und von seiner plötzlichen Erscheinung rührt die scheinbare Größe der Funken und der Fäden in den Büscheln her. Wie ich von den atmosphärischen Flüssigkeiten überhaupt handelte, habe ich die Gründe vorgetragen warum ich glaube, daß das Licht, dessen eigne Bewegung uns bekannt ist, einen Theil aller dieser Flüssigkeiten ausmache, und daß von ihm die Bewe-

gung ihrer Theilchen herrühre. Es tritt aber in die Zusammensetzung der meisten merkbaren Flüssigkeiten alsdann erst ein, wenn es sich mit einer andern Substanz verbunden, und schon ein neues von ihm selbst verschiedenes Fluidum gebildet hat: so hat es schon das Feuer gebildet, wenn es in die Zusammensetzung der Wasserdünste und der verschiedenen Luftarten eingeht; und es bildet auch eine andre Art eines unmittelbaren fortleitenden Fluidums, ehe es sich mit der elektrischen Materie verbindet. Alsdann also, wenn das elektrische Fluidum phosphorisch durch seine Zersetzung wird, zersetzen sich seine unmittelbaren Bestandtheile selbst; und das Licht entweicht sodann von dem fortleitenden Fluidum, so wie es durch die Zersetzung einer gewissen Menge Feuers entflieht, wenn die brennbare und dephlogistisirte Luft sich gemeinschaftlich zersetzen.

## §. 523.

Es offenbart sich auch Feuer bey der Zersetzung des elektrischen Fluidums, und dennoch ist dasselbe kein unmittelbarer Bestandtheil desselben: die Substanzen, welche es unmittelbar ausmachen, sind das fortleitende Fluidum und die elektrische Materie, und obgleich ihre verhältnißmäßigen Mengen sich ohne Aufhören verändern, wie ich es durch die Phänomene erwiesen habe, so entsteht daraus keine Veränderung in der Wärme; dies beweist, daß keine von beyden das Feuer sey. Da also nun Feuer erscheint, wenn das elektrische Fluidum sich zersezt, so ist es wahrscheinlich, daß dieses Feuer in dem Augenblick selbst gebildet sey, durch die Vereinigung des Lichts entweder mit einer andern Substanz, welche auch dem elektrischen Fluidum zugehört, oder mit einer fremden Substanz, welche durch diese Zersetzung leidet. Es scheint mir z. B. nicht unmöglich, daß

die

die Feuermaterie mit dem Licht verbunden, die Substanz sey, welche das fortleitende elektrische Fluidum hervorbringt, daß sie hier aber nicht in hinlänglich grosser Menge zugegen sey, um merklich den Gang des Lichts zu verändern, ob sie ihm gleich das Vermögen, sich unsern Augen zu zeigen, benimmt. Wenn also in diesem Falle ein Theil des Lichts bey Zersetzung des fortleitenden Fluidums entweiche, so würde das übrige hinlängliche Feuermaterie erhalten, um Feuer zu werden.

## §. 524.

Eine andre Vermuthung über diese Bildung des Feuers, bey der Zersetzung des elektrischen Fluidums, würde sich an die Erklärung der beyden andern Phänomene, die sich sodann offenbaren, anschließen, nämlich des Phosphorgeruchs und der Symptome von Phlogistisirung, wenn der elektrische Funken durch gewisse Luftarten fährt. Diese Phänomene scheinen ihre Ursache in der elektrischen Materie zu haben; und dennoch bringt sie dieselben nicht hervor, so lange sie einen Theil des elektrischen Fluidums ausmacht, ob sie gleich oft gleichsam durch ihr fortleitendes Fluidum zersezt wird: sie muß also einige Aenderung erleiden, wenn sich das elektrische Fluidum zersezt. Könnte aber nicht das Licht eine neue Verbindung mit einem Bestandtheile eingehen, welcher einen Theil der elektrischen Materie ausmachte, woraus das Feuer entspringen könnte, und könnte sie dann nicht, dieses Bestandtheils beraubt, sodann die genannten Phänomene hervorbringen? Es ist der Natur der Dinge nicht zuwider, anzunehmen, daß die unmittelbaren Bestandtheile eines ausdehnbaren Fluidums schon zusammengesezt sind; denn die Phänomene führen, in Betracht mehrerer Luftarten darauf, und wir wissen jezt mit Gewißheit, daß das Wasser, dessen un-

mittelbare Verbindung mit dem Feuer die Wasserdünste erzeugt, ein zusammengesezter Körper sey.

§. 525.

Man könnte sich verschiedene andre Verbindungen sowohl zwischen den Grundbestandtheilen des elektrischen Fluidums als zwischen diesen und andern Substanzen denken, um zugleich die Entstehung des Feuers, den phosphorischen Geruch und die Phlogistisirungen durch den elektrischen Funken zu erklären; aber selbst die Menge dieser möglichen Vermuthungen beweist, wie sehr sie noch gewagt wären: ich gebe daher auch den angeführten nur sehr weniges Gewicht; und meine einzige Absicht war, die Aufmerksamkeit der Physiker auf diese Phänomene des elektrischen Fluidums zu heften, welche Zersetzungen seiner unmittelbaren Bestandtheile zeigen. Denn es fließt hieraus, daß sie sich auch zusammensetzen müssen; wodurch die Bildung und Zerstörung des elektrischen Fluidums, unter die vielen uns bisher verborgenen Ursachen gezählt werden könnte, welche noch so viele Dunkelheit über alle meteorologische Phänomene verbreiten.

---

Vier-

Digitized by Google

## Viertes Kapitel.

### Allgemeine Betrachtungen über die ausdehnbaren Flüssigkeiten von der Klasse der Dünste.

§. 526.

Die elektrischen Phänomene sind an sich selbst ein wichtiger Zweig der Physik, so daß sie ein besonderes und aufmerksames Studium erfordern: inzwischen hatte ich, wie ich mich darauf einließ, allgemeinere Absichten. Da ich bey dem elektrischen Fluidum die Charaktere eines zarten Dunstes wahrzunehmen glaubte; so hatte sich diese Idee bey mir mit der Nothwendigkeit worinn wir uns befinden, neue Ursachen zu entdecken, verbunden, um gewisse Phänomene zu erklären, welche die Analogie auf Verwandschaften zieht, ohne daß wir schon alle Substanzen, zwischen denen sie sich äußern, kennen. Die Summe von Phänomenen der Wasserdünste, des Feuers und des elektrischen Fluidums, muß, wie mich dünkt, anfangen uns begreiflich zu machen; daß viele uns unbekannte Substanzen in der Natur wirken können, und daß daher vorzüglich die Dunkelheit, worinn so viele Phänomene eingehüllt sind, herrühre: hierbey will ich einen Augenblick stehen bleiben.

§. 527.

Ohne die sichtbare Verminderung des Wassers, wenn seine Oberfläche unbedeckt ist, und ohne die hygroskopischen Phänomene, würden wir das Daseyn der Wasserdünste in der Atmosphäre nicht kennen; und selbst ungeachtet dieser Phänomene ist ihr Daseyn noch nicht angenommen. Indeß glaube ich zeigen zu können, daß die, durch dies Fluidum in seinem unmerkbaren



Digitized by Google

Zustande, hervorgebrachten Wirkungen, unvergleichbar größer sind, als die unmittelbaren Symptome seines Daseyns; und findet man die Gründe meiner Meinung hierüber zu billigen, so wird man begreifen, daß da ein bekanntes Fluidum in Fällen, die man nicht einmal vermuthete, wirkt, andre Flüssigkeiten ohne uns bekannt zu seyn, wirken können: so daß wir nicht abwarten müssen, bis gewisse Flüssigkeiten sich durch sich selbst offenbaren, um ihr Daseyn anzunehmen, wenn wohl zerlegte Phänomene uns die Nothwendigkeit davon einsehen lassen.

## §. 528.

Ohne die Wärme, welches nur die Wirkung des freyen Feuers ist, würden wir sein Daseyn nicht kennen: und wieviel verschiedene Wirkungen bringt es doch nicht in seinem verborgenen Zustande hervor. Die Wärme ist ein Symptom seiner Gegenwart als frey, und seines Grades von Intensität; wenn wir es aber in den Phänomenen verfolgen, so haben wir Ursache zu glauben, daß wenn es unsern Beobachtungen entweicht, es die größten Rollen in der Natur spiele. Ferner befindet sich das Licht, die erste Quelle des Feuers, in demselben Falle; ohne seinen Eindruck auf unsre Augen, würden wir das stärkste unmittelbare Wirkungsmittel aller irdischen Phänomene nicht kennen. Hier sind also Substanzen, die bey den Modifikationen aller merkbaren, sehr wichtig sind, und die wir dennoch nicht eher empfinden, bis sie ihre größten Wirkungen hervorbringen, oder sie hervorzubringen aufhören, und an deren Daseyn sogar manche Physiker gezweifelt haben.

§. 529.

Digitized by Google

## §. 529.

Endlich sind die Bewegungen, welche das elektrische Fluidum, wenn es sich nicht im Gleichgewicht unter den Körpern befindet, hervorbringt, die einzigen Symptome, die uns sicher von seinem Daseyn überführen. Ohne diese Bewegungen würden uns die Funken und Büschel dies Fluidum nicht erkennen lassen; wir würden sie verwirrt auf einige Modifikationen des Lichts und Feuers ziehen. Und hier bietet sich der Gegenstand dieser allgemeinen Betrachtungen von einer andern Seite dar. Wir sind durch die Summe der elektrischen Phänomene, von dem Daseyn eines gewissen Fluidums unterrichtet, das gewisse Charaktere hat, gewisse Modifikationen erleidet, und über alle Substanzen des Erdbodens verbreitet ist, und das Warum ist uns noch gänzlich unbekannt; wir kennen seine Verrichtungen in der Natur nicht: aber wir kennen auch zu gleicher Zeit die Ursachen von so vielen Phänomenen nicht, so daß wir nicht verzweifeln müssen, einmal zu finden, wie diese es sind mit denen es sich verbindet; d. h. wie ich glaube, wie es hier durch seine Zusammensetzung und Zersetzung Einfluß habe.

## §. 530.

Es folgt aus diesen allgemeinen Betrachtungen, daß die bekannten ausdehnbaren Flüssigkeiten, zwo Arten von Eigenschaften haben; einige offenbaren sie selbst irgend einem Sinne, durch andre wirken sie *unmerkbar* in vielen Phänomenen. Es ist aber weder zum Daseyn einer Substanz, noch zu ihren sehr großen Wirkungen, in den Phänomenen wesentlich, daß sie in einem freyen Zustande sich unsern Sinnen offenbare. Wesentlich aber ist in der Natur, sobald man sich mit Physik beschäftigt, daß

daß die Phänomene Ursachen haben; und unser einziges Mittel den Phänomenen vernunftmäßige Ursachen anzuweisen, wo wir sie nicht unmittelbar entdecken, ist die Analogie. Sobald also gewisse Phänomene, deren Ursachen uns entschlüpfen, andern Phänomenen, die wir der Dazwischenkunft irgend einer Substanz zuschreiben müssen, analog sind; so müssen wir natürlich Substanzen zu Ursachen dieser ersten Phänomene annehmen; und es widersezt sich ihrer Annahme nichts, wenn sie das, was ohne sie unerklärbar wäre, erklären, und ausserdem nichts ihr Daseyn ungereimt macht.

§. 531.

Wenn man sich mit dem allgemeinen Gegenstande der Analogie in der Physik beschäftiget, so kann man nicht umhin einen Blick auf die magnetischen Phänomene zu werfen, welche einige Physiker den elektrischen Phänomenen assimilirt, und andre nur verborgenen Qualitäten unter dem Namen der Eigenschaften des Magnetes und Eisens zugeschrieben haben. Hr. van Swinden hat gegen die ersten vollständig erwiesen; daß man in dieser Verähnlichung zu weit gehe, und daß viele Analogien, die man zwischen den beyden Klassen von Phänomenen zu bemerken geglaubt, nicht gegründet wären. Leitet uns Analogie bey Entdeckung der Ursachen, so geschieht es mit größter Genauigkeit bey Bestimmung der, den verglichenen Phänomenen, gemeinschaftlichen Umstände. Erklärt man zu viel, so erklärt man nichts, und man verliert sogar den Faden der Bemerkungen, die gegründet seyn konnten. Die kleinste begründete Analogie, verknüpft die Phänomene unter einander; aber das Band wird um so entfernter oder schwächer seyn, als sich die Analogie auf wenigere oder unwichtigere Theile der Phänomene erstrecken wird. Wenn wir die

magne-

Digitized by Google

magnetischen Phänomene mit den elektrischen verglei- chen, so finden wir hier ausgemachte Verschiedenheiten. Bey dieser leztern erkennen wir mit Gewißheit das Daseyn einer Substanz, die ihre unmittelbare Ursache ist; bey den erstern haben wir keinen solchen Führer. Bey den elektrischen Phänomenen afficirt ihre Ursache mehr oder weniger alle merkbare Substanzen; bey den magnetischen afficirt sie nur den Magnet und das Eisen. Ferner sind die Art, die Ursache in Bewegung zu setzen, und die Dauer ihrer Wirkung, wesentlich in den beyden Klassen von Phänomenen unterschieden. Endlich sind die Richtungen der freyen magnetisirten Körper ein charakteristischer Umstand bey den Phänomenen dieser Klasse, der in den elektrischen Phänomenen nichts analoges hat. Es scheint also offenbar, daß diese Phänomene von ganz verschiedenen unmittelbaren Ursachen herrühren; und daß, wenn in einigen Fällen das elektrische Fluidum dem Eisen Polarität giebt, dieses durch seine Wirkung auf eine von ihm selbst verschiedene Ursache geschehe; welche Wirkung einerley Natur mit den Stoßen oder dem Reiben haben kann. Dieser Ungleichheiten ohngeachtet, welche ohne Zweifel jede Idee nicht bloß von Identität der Ursachen, sondern sogar von Analogie in ihrer Natur, als ob es Substanzen wären, die zu einerley Gattung gehörten, ausschließen, findet sich dennoch eine zu charakteristische Aehnlichkeit zwischen diesen übrigens so verschiedenen Phänomenen, als daß gar keine Aehnlichkeit unter ihren Ursachen Statt haben sollte. Dieser den beyden Klassen von Phänomenen gemeinsame Umstand, ist das Bestreben gleichartig modificirter Körper sich von einander zu entfernen, und ungleichartig modificirter, sich einander zu nähern. Da nun bey den elektrischen Phänomenen diese charakteristische Gattung von Bewegung offenbar von der Verschiedenheit in der Menge einer ge-

wissen

wissen Substanz in den Körpern, in Vergleichung mit dem Zustand eines gewissen umgebenden Mittels, herrührt; so bin ich geneigt zu glauben, daß es sich mit den magnetischen Bewegungen eben so verhalte; obgleich weder die Substanz noch das Mittel einerley sind. Die Heterogenität der beyden Substanzen, wird durch die Verschiedenheiten der beyden Klassen von Phänomenen bewiesen; und die ihrer umgebenden Mittel zeigt sich dadurch, daß der luftleere Raum die elektrischen Bewegungen aber nicht die magnetischen verändert; die Natur ist aber weder in der Varietät der Mittel noch der andern Substanzen eingeschränkt: und obgleich die Poren des Glases die Luft ausschließen, so wissen wir doch durch das Licht, das Feuer und das fortleitende elektrische Fluidum, daß sie nicht alle ausdehnbare Flüssigkeiten ausschließen.

## §. 532.

Wenn wir nun die Phänomene der Zersetzung und Zusammensetzung der Substanzen betrachten, welche den größten Theil der physischen Phänomene ausmachen, so werden wir finden, daß, wenn wir eine ziemlich eingeschränkte Klasse dieser Phänomene durchnehmen, wo die durch Verwandschaft entzogenen oder zugesezten Substanzen deutlich bekannt sind, wir stuffenweise in Klassen kommen, wo diese Substanzen immer mehr unsrer unmittelbaren Kenntniß entweichen, obgleich ihr Daseyn außer Zweifel gesezt ist, und sie sogar Namen bekommen haben. Wir wissen ferner jezt, daß diese Verwandschaften sich unter den ausdehnbaren Flüssigkeiten, eben so wie zwischen den festen und flüssigen Körpern äußern. Die Phänomene dieser verschiedenen Klassen von Substanzen sind sogar so sehr durchflochten, daß man sehr oft in den ausdehnbaren Flüssigkeiten

die

die Bestandtheile, welche die festen und flüssigen Körper erhalten oder verlieren, suchen muß. In dieser ersten Klasse von Substanzen also verbergen sich vorzüglich diejenigen, welche unsrer unmittelbaren Beobachtung, ohngeachtet ihres großen Einflusses in die Phänomene, entweichen: ohne Zweifel verschwinden sie zuweilen, indem sie als unbekannte Bestandtheile in die merkbaren Flüssigkeiten einziehen; vermuthlich bilden sie aber auch an sich unmerkbare, mit denen die wir gewahr werden vermischte Flüssigkeiten.

§. 533.

Die bekannten ausdehnbaren Flüssigkeiten theilen sich in zwo Klassen: einige widerstehen dem Zusammendrücken, andre werden wegen der schwachen Verbindung ihrer Bestandtheile, wenn ihre Dichtigkeit einen gewissen Grad erreicht hat, zerstört; und diese leztern scheinen sehr geschickt zu seyn, Vermittler für die Modifikationen der luftförmigen Flüssigkeiten zu werden. Wir kennen ihrer zween, die sehr zart, und dennoch sehr mächtig sind; nämlich das Feuer und das fortleitende elektrische Fluidum, und wir haben Ursache zu glauben, daß ihre Zusammensetzungen und Zersezzungen, sich mit vielen Phänomenen, deren Ursachen uns noch unbekannt sind, verknüpfen. Daraus können andre uns noch nicht bekannte Flüssigkeiten entstehen; und sogar aus ihrem Daseyn können wir vernünftig schließen, daß so viele andre von ihrer Klasse vorhanden seyn mögen, so viele Wirkungen unsern Augen noch ohne Ursachen bleiben.

§. 534.

Ich ziehe also aus allen diesen Betrachtungen den Schluß; daß, so lange uns noch große Phänomene vorzüglich

Digitized by Google

züglich in der Meteorologie zu erklären übrig sind, wie nicht die verschiedenen Substanzen auf die Anzahl derer, die uns unmittelbar bekannt sind, einschränken müssen; und zwar besonders in der Klasse der ausdehnbaren Flüssigkeiten, wovon wir bloß ihre große Wichtigkeit bey den Phänomenen zu entdecken anfangen. Die Atmosphäre ist ein eben so wichtiges chemisches Laboratorium für die physischen Phänomene unseres Erdbodens, als das Innere der Erde selbst; und so lange wir nicht durch den Verstand die Schranken unsrer Sinne überstiegen haben, indem wir wirklich analoge Wirkungen Ursachen von gleicher Gattung oder gleicher Art zuschreiben, so werden wir nur eine grobe Hülle der Natur sehen, und die gemeinsten Phänomene werden vor unsern Augen dunkel bleiben. Dieses werde ich, in dem lezten Theile dieses Werks worauf ich nunmehr komme, durch Beyspiele zeigen.

---

An-

Digitized by Google

## Anhang zum ersten Theile.

Die dritte und lezte Abtheilung dieses Werks war schon unter der Presse, als eine Reise nach Deutschland mich nöthigte, den Druck aufzuschieben. Ich machte mir diesen Umstand zu Nutze, um die beyden lezten Abtheilungen einigen Freunden mitzutheilen, deren Bemerkungen verbunden mit einigen neuen Thatsachen mich schon hätten bestimmen können, einen zweyten Theil zu schreiben, wenn ein andrer Umstand es nicht nothwendig gemacht hätte. Wenige Tage vor meiner Abreise hatte ich das Vergnügen vom Hr. von Saussüre den zweyten Band seiner Voyages dans les Alpes zu erhalten: ich hatte mir geologische Beobachtungen auf dieser Reise zu machen vorgesezt, und konnte daher keinen nüzlichern Begleiter haben. Der Schauplatz der Beobachtungen des Hr. von Saussüre ist mir schon lange bekannt; denn im Jahr 1744 fieng ich an die Alpen zu bereisen, und seitdem habe ich sehr oft sowohl diese Kette als mehrere andre ihrer Klasse besucht. Ich muß also bekennen, daß ich dieses Werk des Hr. von Saussüre als einen Schatz von großen Thatsachen und Fundamental-Bemerkungen über die Geologie betrachte. Ich habe darinn wichtige Bestätigungen sowohl meines Fundamental-Systems über die Revolutionen unseres Erdballs gefunden, als verschiedener besondrer Systeme die ich erst zu entwerfen anfieng, da ich meine Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen heraus gab. Die Geologie ist erst in ihrem Werden, dies muß das Saussürische Werk allen aufmerksamen Lesern tief einprägen: und ich habe selbst eine ziemliche Menge neuer Thatsachen gesammlet, so daß ich, mit Beyhülfe derer, welche Hr. von Saussüre bekannt gemacht hat, mich entschließe, noch einmal über diesen für die Menschen so wichtigen Gegenstand zu schrei-



Digitized by Google

ben; und dieses will ich ausführen, sobald ich gegenwärtiges Werk geendiget habe.

Es war ein glücklicher Umstand für mich, daß ich dieses Werk des Hr. von Saussüre vor der Herausgabe des meinigen erhielt. Die dritte Abtheilung, welche bey meiner Abreise noch zu drucken übrig war, ist bestimmt einen wichtigen Satz in der Meteorologie festzusetzen, nämlich: „daß, zwischen dem Aufsteigen des Wassers in die Atmosphäre durch das Verdünsten und seinem Niederfallen im Regen, es durch einen Zustand geht, in welchem es am Hygrometer verschwindet.“ Ich habe schon die ersten Thatsachen, welche mich auf diese Meynung brachten, angezeigt. Das allgemeine Phönomen ist die Trockenheit der Luft auf hohen Gebirgen: diese überraschte mich 1770 auf dem Gletscher von Buet, und ich erzählte im §. 932. meiner Modifikat. der Atmosph. die Symptome, welche sie mich wahrnehmen ließen. Sobald ich das erste Hygrometer hatte, nämlich 1772, kehrte ich auf dieselben Gebirge zurück, und statt des einen merkwürdigen Phänomens, welches ich bestätigen wollte, beobachtete ich unter günstigen Umständen, ihrer zwey. Ich sahe Gewitterwolken sich bilden, und Wind, Regen, Hagel und Donner hervorbringen, bey einer sehr trocknen Luft, und die sogar während der Nacht dieses Tages so beschaffen gewesen war. Ich führte diese Beobachtungen in der Abhandlung über die Hygrometrie an, welche ich im folgenden Jahre der königlichen Societät zu London überreichte, und in den Philos. Transaktionen vom Jahre 1774 bekannt gemacht und französisch in den Memoires des Hr. Abbe' Rozier gedruckt ist, nachdem die Akademie zu Amiens ihr einen Preis zuerkannt hatte. Diese Phänomene erinnerten mich an viele andre, die darauf Beziehung haben: es entstanden daraus bey mir zuerst Zweifel über die Realität

Digitized by Google

tåt der Ursache der man den Regen zuschrieb; und allmählig ließen mich diese Zweifel glauben, daß man dies Phänomen gänzlich verkannt habe. Was ich oben von der Ausdünstung und ihren ersten Folgen gesagt, und sogar alles, was ich über die atmosphärischen Flüssigkeiten überhaupt, festzusetzen gesucht habe, ist auf die Entwicklung dieser Frage gerichtet, und zieht selbst daraus nach meiner Meynung, seine größte Wichtigkeit; denn wenn die Schlüsse, welche ich daraus herleiten will, gegründet sind; so wird der angezeigte Satz die Basis der ganzen Meteorologie werden. So wahrscheinlich er mir jedoch schon lange scheinen mag, so sammle ich dennoch immer alle Thatsachen, die darauf Beziehung haben können. Hr. von Saussure, der schon in seinen Versuchen über die Hygrometrie meine ersten Beobachtungen über die Trockenheit der Luft auf hohen Gebirgen unterstützt hatte, bestätigt nur noch mehr die Beweise dieser ersten Thatsache, welche mich leitete. Er hatte damals nur das allgemeine Phänomen dieser Trockenheit bekräftigt, und dennoch schon daraus geschlossen, daß der Regen nicht könnte durch das mit einer durchsichtigen Luft vermischte Wasser hervorgebracht werden. Er schrieb ihn zwar einem andern am Hygrometer merklichen Wasser zu, nämlich dem, welches in den bläschenförmigen Dünsten enthalten sey, welches aber meiner Beobachtung von 1772, vielen andern Thatsachen und der Theorie der Ausdünstung selbst zu widersprechen scheint. Dieses untersuchte ich schon in der dritten Abtheilung; ich werde es nun aber mit mehrerm Nutzen thun, da Hr. von Saussüre eine von den wichtigsten Thatsachen dieser Klasse, nämlich die Zunahme der Trockenheit der Luft auf der Spitze der Gebirge nach dem Untergange der Sonne, bestätiget hat. Seine Beobachtung, die auf einem sehr hohen Theile des Mont-

Blank gemacht ist, war sogar direkter als die meinige; denn ich schloß diese Zunahme der Trockenheit aus der Vergleichung an demselben Abend an zween verschiedenen Oertern angestellter Beobachtungen; anstatt daß Hr. von Saussüre sie an demselben Orte beobachtete: dieses überzeugt mich um so mehr, daß wir die Gränzen der wässerigten Dünste als in diesem Zustande verbleibend erreichen können; und daß, wenn wir oben auf den Bergen sehr hohe Wolken über uns sehen (welches Hr. von Saussüre mit mir beobachtet hat), wenn sich hier also bläschenförmige Dünste bilden, sie nicht von Flüssigkeiten herrühren, welche zuvor das Hygrometer afficirten. Dieser Gegenstand ist aber zu wichtig, so daß er eine methodische Erörterung verlangt, ich will also jezt darüber nicht weiter gehen.

Verschiedene andre Gegenstände, welche dies neue Werk des Hr. von Saussüre enthält, werden auch dem meinigen eine größre Ausdehnung geben: der wichtigste ist die Ursache der Kälte auf hohen Gebirgen. Ich hatte in meinem Werke über die Geologie meine Meynung über die Sonnenstrahlen, welche ich nicht an sich selbst für warm machend halte, geäußert, und zu untersuchen angefangen. Hr. von Saussüre, welcher die Gebirge fleißig besucht hat, hält diese Meinung für parador, und widerlegt sie; ich glaube aber hingegen zu den Betrachtungen, woraus ich sie gezogen habe, alle Beobachtungen und Versuche, die an sich selbst sehr wichtig sind, und welche er für ihr entgegengesezt hält, hinzufügen zu können.

Ich habe in demselben Werke ein andres meteorologisches Kapitel gefunden, das mich sehr eingenommen hat, welches Untersuchungen über die atmosphärische Elektricität überschrieben ist. Es scheint mir für die

diesen Gegenstand von größter Wichtigkeit, und ein Modell zu Beobachtungen und Versuchen zu seyn: wenigstens erinnere ich mich nicht jemals etwas gelesen zu haben, was eine so bestimmte und gründliche Idee von den Luftleitern gäbe. Diese Beobachtungen haben mich aber besonders gereizt, weil ich hier den Beweis meines Systems zu sehen glaubte, sowohl über die Natur des elektrischen Fluidums als über seine Entstehung. Nach diesem System bildet und zersezt sich das elektrische Fluidum; es kann in die Zusammensetzung andrer atmosphärischer Flüssigkeiten eingehen, so wie es aus ihrer Zerstörung entstehen kann; so kann ohne Zweifel die vorzüglichste Quelle dieses Fluidums, die Atmosphäre, bisweilen weniger enthalten, als das Behältniß worinn es sich ergießt, nämlich der Boden. Da inzwischen die Luft in deren Schooße es sich bildet, eine nicht leitende Flüssigkeit ist; so muß sie fast immer einen kleinen Ueberschuß in Vergleichung mit dem Boden, und selbst mit den wässerigten Dünsten besitzen; und es folgt hieraus, daß, wenn nicht in ihrem eignen Schooße durch neue Verbindungen Verschluckungen vorgehen, sie lange Zeit etwas positiv bleiben muß. Es dünkt mich nun, daß alle Phänomene der Luftelektricität, welche Hr. von Saussüre erzählt, mit diesem System übereinstimmen; d. h. daß sie bloß elektrophorische sind. Ich betrachte also die Atmosphäre als einen großen Elektrophor, der gegen den Boden fast immer positiv ist; hiedurch erklären sich diese Phänomene sehr leicht, welche mir im Gegentheil durch eine wirkliche Mittheilung des elektrischen Fluidums unerklärlich scheinen. Dies muß aber entwickelt werden.

Endlich hat Hr. von Saussüre am Ende dieses Theils eine Abhandlung des Hr. Jean Trembley bekannt gemacht, unter dem Titel, Zergliederung einiger

ger angestellten Versuche, die Höhen vermittelst des Barometers zu bestimmen. Ich glaubte nicht auf diesen Gegenstand wieder zu kommen, wenn mich anders nicht eine neue Beobachtung darauf führte. Die Untersuchungen, welche ihn betreffen, hatten mich auf so viele andre Zweige der Physik gebracht, daß er schon in meinem Werke über die Modifikation der Atmosphäre nur eine Gelegenheit geworden war, alle diese Zweige zu entwerfen; und ich habe seitdem nur bey einigen besondern Gelegenheiten daran gedacht, wo ich meine Formel den Versuchen unterwerfen konnte. Diese Abhandlung nöthiget mich aber, die Physiker an einige Grundsätze in Betracht des Gegenstandes den sie abhandelt, zu erinnern, weil sie dieselben vielleicht in Vergessenheit bringen möchte.

Hr. Trembley hat sich nur mit zween Theilen meiner Regel beschäftiget, die er für durchaus von einander abgesondert hält, und so bestimmt: die Korrektion für die Wärme der Luft und der Punkt wo diese Korrektion null ist. Was den ersten Theil betrifft, so glaubt er nach den Versuchen des Hr. Ritter Schukburgh und des Hr. General Roy, daß meine Korrektion zu klein sey; und nach diesen Beobachtungen hat er sie in dem Verhältniß von $\frac{1}{211}$ bis $\frac{1}{192}$ für 1° meiner gewöhnlichen Skale vermehrt. Welchen Antheil ich auch an den Versuchen dieser Herrn, mit denen ich mich oft darüber unterhalten, und deren Abhandlungen ich, ehe sie in den philos. Transakt. abgedruckt waren, in Händen gehabt, genommen habe; so hatte ich doch nicht das Verhältniß ihrer Regeln mit ihren eignen Versuchen geprüft, denn dies schiene mir nicht das wichtigste zu seyn. Diese Abhandlungen dienten zur Bestätigung dessen, was ich selbst gesagt hatte; daß die Verschiedenheiten

ten in den Resultaten, der am besten gemachten Versuche dieser Art, die Einwirkung andrer Ursachen anzeigten, unabhängig von denen, welche man hier in Rechnung gebracht hatte; ich hoffte, daß nach dem Beyspiel dieser ausgezeichneten Physiker andre denselben Weg einschlagen würden, um aus der Messung der Höhen durchs Barometer ein Mittel zu ziehen, die verschiedenen Modifikationen der Luft zu entdecken: hierauf schlossen diese Herrn selbst in ihren Abhandlungen, indem sie mit mir denselben Betrachtungen nachgiengen. Diese Jdeen beschäftigten mich damals, und hinderten mich am Nachrechnen. Da ich aber bald in der Abhandlung des Hr. Trembley entdeckte, daß, indem er ein Mittel zwischen den Bestimmungen dieser Physiker über den Einfluß der Wärme der Luft genommen zu haben glaubte, er ihn merklich größer als beyde angenommen hatte, so zeigten mir die mühsamen Rechnungen, wozu mich die Form dieser Abhandlung nöthigte, um zu den Quellen ihrer Schlüsse zu steigen, zu gleicher Zeit, daß die Beobachtungen die sie betrifft, keine Aendrung in meiner Korrektion für die Wärme erfodern, und daß der Unterschied, der sich zwischen ihnen und den meinigen findet, nur auf den Punkt wo die Korrektion null ist, Einfluß habe, dessen Unterschied sogar geringer ist, als ihn Hr. Trembley bestimmt hat. Was noch den ersten Gegenstand betrifft, so erinnerte ich mich, daß Hr. von Saussüre in seinen Versuchen über die Hygrometrie, einiger Versuche erwähnt hatte, die sich auf die Wirkung der Wärme auf die Luft bezogen, und ich nahm dazu meine Zuflucht, um zu wissen, ob sie ein, der Bestimmung des Hr. Trembley, ähnliches Resultat gäben: ich fand sie auf der 108 Seite dieses Werks, und indem ich die Resultate auf den Ausdruck meiner Regel reducirte, so folgte: daß die von Hr. Trembley bestimmte

Menge $\frac{1}{152}$, nach diesen Versuchen nur $\frac{1}{218}$ war. Sehr sonderbar ist, daß also die HH. von Saussüre und Trembley von mir um fast gleiche entgegengesezte Grössen abweichen; denn das Mittel zwischen ihren Bestimmungen ist $\frac{1}{214}$ und die meinige $\frac{1}{215}$. Es wird mir mehr Worte kosten, um die Sachen auf diesen Punkt zurück zu bringen, als Hr. Trembley gebrauchte, sie heraus zu ziehen; ich glaube aber, daß ihre Wirkung von kurzer Dauer seyn werde.

In Rücksicht der Bestimmung eines Punkts der Temperatur, wo die Differenzen der Logarithmen der beobachteten Barometerhöhe, unmittelbar die Höhen der Oerter durch einen bestimmten Coefficienten geben (welches den zweyten Theil meiner Regel ausmacht, womit sich Hr. Trembley beschäftiget) haben die HH. Schukburgh und Roy und ich jeder besonders erklärt, daß wir wenigstens einen Theil der Verschiedenheit, die in diesem Betracht unter uns sey, dem zuschreiben, daß sie das Thermometer, welches die Temperatur der Luft angeben sollte, im Schatten beobachtet hatten, ich hingegen in der Sonne. Dieses zu untersuchen war also ein Gegenstand der Physik. Hr. Trembley redet davon nur im Vorbeygehen und sagt, daß man viele Thatsachen gegen mich anführen könnte, und daß er nicht weiß, ob ich viele Beobachter auf meiner Seite haben werde. Hierüber wollen wir urtheilen, wenn ich diesen Gegenstand sorgfältiger als er untersucht habe, indem ich mich auf einige Erfahrungen des Hr. von Saussüre stütze, welche beweisen (wie ich mich auch schon davon überzeugt hatte, ehe ich diese Methode annahm); daß ein Quecksilberthermometer mit isolirter Kugel in der freyen Luft der Sonne ausgesezt, merklich keinen andern Grad der Wärme ausdrückt, als den der umgebenden Luft. Diesen Grad der

Wärme

Wärme sucht man nun; wenn die Luft von den Sonnenstrahlen durchstrichen wird; und ein jeder kann durch seine eigne Erfahrung lernen, daß man ihn sicher nicht hat, wenn man das Thermometer im Schatten beobachtet.

Ich muß um so viel mehr auf die Prüfung dieses Gegenstandes zurück kommen, weil er die praktische Astronomie wegen der Refraktionen angeht. Die Größe dieser Wirkung wird bestimmt, durch die lezte Luftschichte, welche die Strahlen der Gestirne durchstreichen, und dennoch hat man niemals daran gedacht, das Thermometer hier hin zu stellen; ob man gleich hernach die Angabe dieses Instruments gebraucht, um die mittlere Refraktionen, nach den Veränderungen, welche die Wärme in der Dichtigkeit der von diesen Strahlen durchstrichenen Luft hat hervorbringen müssen, zu corrigiren. Es scheint mir daher, daß diese Art die Wärme zu beobachten, an sich mangelhaft sey, daß sie mehr oder weniger auf einen großen Theil der astronomischen Beobachtungen Einfluß haben müsse, und daß sie sogar die Bestimmung der mittlern Refraktionen verändert haben kann.

Dieses stellte ich den Astronomen in einer Abhandlung vor, welche ich die Ehre hatte der königl. Societät zu London im März 1779 und der königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris im Febr. 1780 zu überreichen. Mehrere allgemeine Gegenstände, die ich in dieser Abhandlung untersuchte, finden sich schon in der Darstellung meiner Ideen über die Meteorologie, und ich nehme mir vor, das, was unmittelbar die Refraktionen betrifft, mit den andern bereits angezeigten Gegenständen zu verbinden, welche den zweyten Theil dieses Werks ausmachen sollen, der bald unter die Presse kommen wird.

Unter den Gegenständen, welche ich in dem Anhange zu diesem neuen Theile vornehmen werde, es sey

nach

Digitized by Google

nach den Bemerkungen, welche ich bereits über diesen erhalten habe, oder bey Gelegenheit neuer Thatsachen, oder endlich wegen der Leichtigkeit sie abgesondert abzuhandeln, sind die vorzüglichsten: die Trockenheit der Dämpfe des siedenden Wassers; der Grundsatz meines zweyten Hygrometers, wovon ich nur im Vorbeygehen gesprochen hatte; das Maximum des Feuers; die elektrischen Figuren des Hr. Pr. Lichtenberg, wovon ich einige neue Thatsachen zu erzählen habe, indem ich das Vergnügen hatte, auf meiner lezten Reise mich mit diesem scharfsinnigen Physiker darüber zu unterhalten; endlich die Hervorbringung des Wassers durch die Argandschen Lampen.

Ueber diesen leztern Gegenstand habe ich schon von verschiedenen Personen Einwürfe erhalten, welche für mich Gewicht haben. Indem ich von den Vorzügen dieser Lampen redete (§. 195.) schrieb ich die Heftigkeit des Luftstroms, der um und innerhalb seiner Flamme ist, größtentheils sehr heißen wässerigten Dünsten zu, deren Vermischung mit der Luft die Unterbrechung des Gleichgewichts zwischen der Luftsäule in der sich die Flamme befindet und den benachbarten, sehr vermehrt. Hiergegen läßt sich nichts einwenden; dies gründet sich auf einem direkten Versuch des Hr. Argand. Nach andern Phänomenen dieser Lampen aber, habe ich ferner gedacht; daß die wässerigten Dünste großentheils von der Zersetzung der dephlogistisirten Luft herrühren, welche sich mit der brennbaren des Oels verbindet und zerstört. Hieraus folgte nach meiner Meinung, daß diese Lampen weniger fixe Luft geben müssen, als die gewöhnlichen, wobey sie zu gleicher Zeit mehr Hellheit und Wärme hervorbrächten. Gegen diese Hypothese hat man Einwendungen gemacht: man sezt mir entgegen, daß jede Verbrennung einer vegetabilischen Substanz nothwendig

wendig fixe Luft hervorbringt, und daß das in dem Argandschen Versuche gesammlete Wasser, nur von der Zersetzung des Oels herrühre, wovon es einen Theil ausmache.

Diese Einwürfe haben sowohl an sich, als wegen der Personen die sie machten, Gewicht; inzwischen kommen sie mir doch nicht peremtorisch vor. In dem Oele ist seinem Wesen nach Wasser, dies ist außer Zweifel; man hat mir aber nicht gezeigt, daß darinn eben oder auch nur beynahe so viel sey als der Argandsche Versuch voraussezt. Es ist ferner wahr, daß man bey jeder Verbrennung einer vegetabilischen Substanz, deren Produkte man sammlet, fixe Luft erhält. Dies ist aber nicht mehr dasselbe Phänomen; denn um diese Produkte zu sammlen hat man Recipienten nöthig; und alsdann fällt der, der Argandschen Lampen weg; denn was ihn auszeichnet ist der heftige Luftstrom, welcher bey diesen Apparaten aufhört. Hr. Argand hat einen Apparat von besondrer Einrichtung im Sinne, wo man alle Produkte seiner Lampen wird sammlen können, ohne die Heftigkeit des Luftstroms zu vermindern: dies ist, wie mir scheint, das einzige Mittel, die Frage auf eine beweisende Art zu entscheiden. Ich werde mit Vergnügen alles annehmen, was dieser Artikel für oder wider meine Meinung aufbringen wird, und ich werde dessen im Anhange zu meinem zweyten Theile Erwähnung thun.

Ich darf aber nicht bis dahin zwo andre Bemerkungen verschieben, die ich erhalten habe, weil sie die Bedeutung einiger Ausdrücke betreffen. Die erste betrifft den §. 93. wo ich das zusammen nehme, was ich in den vorigen aus einem hygrometrischen Versuche des Hr. von Saussüre geschlossen hatte. Man findet diesen Paragraph dunkel, und ich muß es selbst gestehen, nachdem

ich ihn wieder lese. Ich will also einige Erläuterungen zusetzen, nachdem ich hier eine allgemeine Bemerkung gemacht habe. Das System der Hygrologie des Hr. von Saussure verwirrt mich immer, wenn ich es auf die Phänomene selbst, die er erzählt, anwenden will, wegen einer Zweydeutigkeit, die sich in dem zweyfachen Begriffe findet, von Dünsten die zuerst gebildet sind, und als solche in der Luft existiren, und von Dünsten die durch eine innige Verbindung ihrer Elemente mit dem Elektrometer der Luft d. i. durch eine wahre chemische Auflösung, aufgelöst sind. So drückt er sich im §. 191. aus, und seine Theorien über die Ausdünstung und Hygrometrie haben diese Auflösung zur Basis: inzwischen betrachtet er zuweilen die Dünste als von der Luft abgesondert, in den Phänomenen, die sie gemeinschaftlich betreffen, und daraus entspringt meine Verwirrung. In den Anwendungen seines Systems auf die Meteorologie offenbart sich vorzüglich diese Zweydeutigkeit, und daher habe ich das Umständlichere hierüber, auf meine dritte Abtheilung verschoben, deren Gegenstand die Meteorologie ist. Es herrscht indeß dieselbe Schwierigkeit in der Hygrometrie; und sie hat mich verwirrt, indem ich den Gegenstand des angezeigten Paragraphen abhandelte; ich will diesen jezt zurück nehmen, und die davon gegebene Zergliederung aufzuklären suchen.

Herr von Saussüre stellte sein Hygrometer unter einem Recipienten, wo die Luft anfangs sehr nahe zu der äußersten Feuchtheit gebracht war, und pumpte allmählig diese Luft in Achteln ihrer ursprünglichen Menge aus, und bemerkte jedesmal die Veränderungen am Hygrometer. Die allgemeine Wirkung war, daß es immer mehr und mehr zu der Trockenheit hingieng; aber mit diesem besondern Umstande, daß der Gang des Trocken-

ckenwerdens zu wachsen schien, in Vergleichung mit der Verdünnung der Luft: ich habe davon im §. 84. eine weitere Beschreibung gegeben. Herr von Saussüre betrachtet dies Phänomen als eine Bestätigung seines Systems einer wahren Auflösung der Dämpfe durch die Luft. Dieses habe ich dort geprüft.

Ich habe sogleich bemerkt, daß diese Anwendung des Herrn von Saussüre von seinem System auf das angeführte Phänomen zwo besondere Hypothesen darbiete: die eine, welche ich die Haupthypothese nenne, ist das System selbst, nämlich die Auflösung der Dünste durch die Luft; die andere, die untergeordnete, und welche daraus nicht wesentlich fließt, ist diejenige, die er gebraucht, um den Gang seines Hygrometers in dem Phänomen zu erklären, nämlich: daß nach den allgemeinen Gesetzen der Anziehung die Luft die Theilchen der Dünste mit geringerer Kraft anziehen muß, wenn sie verdünnt ist, als wenn sie dicht ist; und ich erzähle im §. 86. seine Schlüsse um den Gang des Hygrometers nach diesem Grundsatz zu erklären. Indem ich anfangs nur die Haupthypothese betrachte, zeige ich, daß, wenn sie gegründet wäre, die Feuchtheit in dem Recipienten sich nicht verändern müsse, wenn man hier die Luft verdünnt: dieses ist der Gegenstand des §. 89. Indem ich darauf auf die zwote Hypothese komme, zeige ich im §. 90; daß die Folge daraus eine Vermehrung in der Feuchtheit statt der durch das Phänomen angezeigten Vermindrung seyn würde. Der §. 91. ist bestimmt zu zeigen; daß um diese Vermindrung zu erklären man auf mein System, nämlich auf die Auflösung des Wassers durch das Feuer kommen, und Dünste durchaus unabhängig von der Luft, annehmen müsse; da man aber in diesem System

das

das durch alle Thatsachen unterstützt ist, keine Ursache des wachsenden Ganges im Trockenwerden sieht, so lange man mit Herrn von Saussüre voraussezt, daß gleiche ausgepumpte Theile der Luft auch von unter sich gleichen Theilen der Dämpfe begleitet sind, so sehe ich dieses Phänomen seines Hygrometers als einen neuen Beweis von dem an, was ich bey dessen Prüfung festsezte, nämlich; daß sein Gang zu der Trockenheit hin wüchse, in Vergleichung mit den unter sich gleichen Austrocknungen: dieses giebt den Schluß des §. 93. wo dies Ganze insgesammt, was ich hier zusammenfassen wollte, sich nicht deutlich genug zeigte; ich komme aber in der dritten Abtheilung darauf zurück.

Der zwote Gegenstand, in Betracht dessen, meine Ausdrücke nicht den Sinn darboten, in welchen ich sie gebraucht habe, und worüber ich mich nothwendig erklären muß, betrifft einen berühmten Physiker, den ich sehr verehre, und über dessen Entdeckungen nach der Meinung von zweyen Freunden, ich mich nicht gehörig ausgedrückt habe. Ich sagte im §. 210: „Der Doktor Black ist der erste, der die Wärme zu bestimmen versucht hat, welche das Eis im Schmelzen verschluckt.“ Und im §. 249: „Der Doktor Black ist auch der erste, welcher dasjenige zu bestimmen versucht hat, was er verborgene Wärme der Dämpfe nennt, und was ich die Menge des verborgenen Feuers in den wässerigten Dünsten nennen werde.“ Herr Watt schrieb mir nun am vergangenen 28sten May, nachdem er diesen Theil meines Werks, der schon gedruckt war, gelesen hatte, folgendes:

„Erlauben Sie, daß ich folgende Anmerkungen „über den Theil Ihres Werks, welcher meinen Freund, „den Doktor Black betrifft, mache. Sie sagen, daß

„er

„er der erste war, der die Wärme zu bestimmen ver„suchte, welche das Eis im Schmelzen verschluckt: hier„aus könnte man schliessen, daß es schon vor ihm bekannt „gewesen wäre, daß eine große Menge Wärme bey die„ser Gelegenheit verschluckt würde. Ich verlange nicht „alles das zu wissen, was in dem Geiste scharfsinniger „Physiker hat vorgehen können, auch selbst nicht alles, „was in dieser Rücksicht könnte bekannt gemacht worden „seyn: ich rede nur von dem was mir bekannt ist, und „was mich glauben läßt; daß der Doktor Black der „erste ist, der sich einen bestimmten Begriff von der Ur„sache der Kälte bey dem Schmelzen des Eises gemacht, „und der bewiesen habe, daß die Wärme, welche sodann „verloren zu seyn scheint, in das entstandene Wasser ge„treten sey, wovon sie ein Bestandtheil geworden ist, „und nun auf das Thermometer zu wirken aufhört: da„her nannte er sie verborgene Wärme.

„Er entdeckte auch, daß, wenn das kochende Was„ser sich in Dämpfe verwandelt, noch eine sehr beträcht„liche Menge Wärme verschluckt wird; welche gleichfalls „nicht mehr auf das Thermometer wirkt, bis der Dampf „sich zersezt: daß aber diese Wärme sodann wieder fühl„bar wird, indem der Dampf weniger heißes Wasser „als er ist, mehr erhizt, als eine Menge Wasser von „gleicher fühlbaren Wärme, und gleichem Gewichte ge„than hätte. Er hat beyde Säze öffentlich als Profes„sor der Chemie gelehrt, seit dem Winter 1757 bis 1758, „oder spätestens in dem Winter 1758 bis 1759. Ich „habe sie von ihm selbst erst 1762 oder 63 gelernt; ich „bin aber überzeugt, daß er sie damals schon seit meh„reren Jahren lehrte."

„Er war auf die erstere dieser Entdeckungen gekom„men, indem er beobachtete, daß in der Minute vor

dem

„dem Augenblicke, da eine Eismasse zu 32° kam, ihre
„Wärme noch merklich wuchs; unterdessen in der dar-
„auf folgenden, und den übrigen Minuten sie keinen
„merklichen Zusatz von Wärme erhielt, bis sie gänzlich ge-
„schmolzen war: ob es gleich klar war, daß die benach-
„barten Körper fortfuhren, ihr in einer gegebenen Zeit
„eben so viel Wärme mitzutheilen, als zuvor. Da diese
„Wärme also keine Vermehrung in der fühlbaren her-
„vorbrachte, so mußte sie in das Wasser, das sich aus
„dem Eise bildete, als Bestandtheil der also modificir-
„ten Substanz treten."

„Er beurtheilte auf dieselbe Art das Kochen des
„Wassers, indem er betrachtete, daß dieselbe Menge
„Wärme, welche das Wasser in der Minute von dem
„Augenblicke des Kochens aufnahm, auch in den nach-
„folgenden Minuten hineintreten müsse; und daß den-
„noch, unterdessen in der vorhergehenden Minute seine
„Wärme zunahm, sie hernach sich nicht weiter vermehrte.
„So daß alle Wärme, welche fortfuhr, in dies Wasser
„zu treten, mußte durch die Dämpfe an sich gerissen seyn,
„indem sie ein Bestandtheil der Substanz in dieser neuen
„Modifikation geworden war; denn wenn es hinlänglich
„wäre, daß das Wasser zu 212° erhizt würde, um sich
„in Dämpfe zu verwandeln, so würde es, statt alsdann
„zu kochen, in eine plötzliche Explosion ausbrechen.
„So waren, wie gesagt, die Schlüsse, welche den Dok-
„tor auf genaue Versuche führten."

„Ich hoffe, daß Sie nicht glauben werden, daß
„ich durch dies Gesagte die Absicht habe, den Werth des-
„sen zu vermindern, was Sie bereits über diesen Ge-
„genstand bekannt gemacht haben. Ihre Untersuchun-
„gen über die Modifikationen der Atmosphäre er-
„schienen erst lange Zeit nachher, als der Doktor Black

„seine

Digitized by Google

„seine Theorien öffentlich gelehret hatte; und wir erfuh„ren in Schottland von Ihren Entdeckungen nur sehr „wenig, ehe Ihr Werk selbst zu uns kam. Im §. 438. „sagen Sie, daß keine Vermehrung der Wärme in den „Gefäßen statt finde, welche schmelzendes Eis enthalten, „bis alles geschmolzen sey. Sie hatten also das Faktum „bemerkt, und ich bin überzeugt, daß die Folgerung „daraus Ihnen eingefallen sey, ob sie dieselbe gleich nicht „in diesem Werke ausgedrückt haben. Im §. 676. re„den Sie deutlich von der verborgenen Wärme der „Dämpfe, wenn Sie sagen: das Feuer verläßt diese „Materien (brennbare) um sich mit dem Wasser zu „verbinden, es verwandelt dasselbe in Dämpfe, und „entweicht mit ihnen: im §. 684. äußern Sie dasselbe „System, indem Sie jede Ausdünstung der Verbindung „des Wassers mit dem Feuer zuschreiben; und im §. 693. „leiten Sie das Erkälten der ausdünstenden Flussigkei„ten von dieser Ursache her. Sie haben aber keine Ver„suche angestellt, um diese Theorie zu beweisen, oder um „die Menge der Wärme zu zeigen, die sich dadurch mit „dem Wasser verbände. Ueberhaupt weichen die Theo„rien, welche dieses Werk enthält, von denen des Dok„tor Black in einigen wesentlichen Stücken ab; und ob„gleich Ihre respektiven Entdeckungen Verdienst haben, „so kömmt es doch einem jeden von Ihnen insbesondere „zu, denn es ist kein Anschein vorhanden, daß Sie ein„ander die Ideen abgeborgt hätten.

„Sie sagen, daß der Doktor Black sich begnügte „entdeckt zu haben, daß der Dampf des kochenden Was„sers eine große Menge verborgene Wärme enthielte; „aber setzen Sie hinzu, sein Freund, Herr Watt, „dem diese Versuche von ihrem Erfinder mitgetheilt „wurden, war bald darauf bedacht, sie bey der „wirksamen Maschine, wo die Dämpfe des ko-

„chenden Wassers eine so große Rolle spielen, an-
„zuwenden, und wandte auf diese Bestimmung die
„größte Sorgfalt. Die Sache verhält sich genauer
„so — Doktor Black suchte anfangs die Menge der ver-
„borgenen Wärme der Dämpfe, indem er die Zeit ver-
„glich, in welcher eine gewisse Menge Wasser sich von 60
„bis zu 212° erhizte, mit derjenigen, welche verstrich,
„bis sie gänzlich verdampft war; wobey er sorgfältig das
„Feuer die ganze Zeit über in demselben Grade erhielt.
„Er ließ darauf den Versuch durch einen seiner Schüler,
„vermittelst eines Helms mit schlangenförmig gewunde-
„nen Röhren machen; indem er die Menge des destillir-
„ten Wassers und seine Wärme maaß, und diese Mengen
„mit dem Wasser verglich, welches die schlangenförmi-
„gen Röhren umgab, und mit der Wärme, welche das-
„selbige erhalten hatte. Das Resultat dieses Versuchs
„war dasselbe, was ich auf demselben Wege fand, als
„ich mich mit diesem Gegenstand zu beschäftigen anfieng,
„und es wich etwa nur um 1000 von dem Resultat ab,
„das ich in der Folge erhielt, da ich alle nöthige Vor-
„sicht gebrauchte: dieser Unterschied ist sehr gering für
„einen ersten Versuch über einen so zarten Gegenstand,
„weil er etwa nur ein Zehntel des Ganzen beträgt. Ich
„habe also bey diesen Untersuchungen kein anderes Ver-
„dienst, als daß ich dieselbe Art von Versuchen oft va-
„riirt und wiederholt habe; und dieses deswegen, weil
„es mir wichtig war, genau die Menge der verborgenen
„Wärme in den Dämpfen des siedenden Wassers zu wis-
„sen; welche Genauigkeit Doktor Black um seine Theo-
„rie zu begründen, nicht nöthig hatte. Ich bin über
„diesen Gegenstand um so weitläuftiger gewesen, weil
„man die Entdeckungen des Doktors noch nicht nach ih-
„rem Verdienst geschäzt, und weil seine große Beschei-
„denheit andern erlaubt hat, Theorien, welche sie von

„ihm,

Digitized by Google

„ihm, oder seinen Schülern gelernt hatten, sich als die
„ihrigen anzumaaßen. Nun fürchtete ich, daß die Stelle
„Ihres Werks, die ich angeführt habe, mich unter diese
„Zahl setzen möchte; daher bitte ich Sie diesen Brief in
„Ihrem Anhang einzurücken, um dadurch dem Doktor
„und mir Gerechtigkeit wiederfahren zu lassen.“

Ich machte mir schon ein wahres Vergnügen daraus, diese authentische Geschichte der Entdeckungen und Ideen des Dr. Black bekannt zu machen; obgleich die Besorgniß des Hr. Watt mir wenig gegründet zu seyn schien; als ich einen andern Brief über diesen Gegenstand von einem meiner Freunde erhielt, der bey einem ziemlich langen Aufenthalt zu Edimburg, mit dem Dr. Black genau bekannt geworden, und seine Versuche sehr wohl kennt. Ich konnte bisher in meinen Ausdrücken nur die Bedeutung finden, in der ich sie gebraucht hatte, aber ich sehe nun offenbar, daß sie einen andern Sinn zuließen. Der Brief ist folgender:

„Meine Bemerkungen den Dr. Black betreffend,
„gehen; 1) auf das Wort versucht, das Sie in den bey-
„den Stellen, wo sie von seinen Entdeckungen reden, ge-
„braucht haben; dieses Wort scheint mir zu schwach die
„anhaltenden und methodischen Untersuchungen des Dok-
„tors anzuzeigen. 2) Da Ihre Theorie vom verborge-
„nen Feuer dieselbe ist, von der man weiß, daß er sie
„unter dem Namen verborgene Wärme zuerst gelehrt
„hat; so würden manche Personen finden, daß Sie ihm
„darüber nicht bestimmt genug Ehre bezeugen. Die Kri-
„tiker würden vielleicht um so williger deswegen in Feuer
„gerathen, weil der würdige und bescheidene Doktor es
„gewiß selbst nicht thun würde. Er giebt jährlich in sei-
„nen Vorlesungen eine Geschichte seiner alten Untersu-
„chungen über die Wärme, und der fremden die darauf
„Beziehung haben, mit einer ungewöhnlichen, ungekün-

 „stelten

„stelten Aufrichtigkeit. Ihre Versuche und Gedanken
„werden darinn als Ihnen gehörend angeführt; ob Sie
„dieselben gleich lange nachher, nachdem er seine eignen
„Entdeckungen zu lehren angefangen hatte, bekannt ge-
„macht haben. Es erschien bey Nourse 1770 unter dem
„Titel *Enquiry into the general Effects of Heat* (Unter-
„suchungen über die allgemeinen Wirkungen der Hitze)
„ein unrechtmäßiger Auszug von einem Theile seiner Vor-
„lesungen, der beynahe alles, was er über diese Theorie
„lehrt, enthält. Ein Versuch, den er in seinen Vorle-
„sungen dem Hr. Watt zuschreibt, wird hier in der
„ersten Person erzählt; so daß einige Leser geneigt waren,
„Hr. Watt für den Verfasser zu halten. Der Doktor
„hat sich aber hiebey nicht geirrt, und unser Freund
„kannte nicht einmal die Schrift, als ich mit ihm davon
„sprach. Um auf das zurück zu kommen, was ich wünschte,
„daß Sie von D. Black sagten; so werden sie es iezt
„besser als ich es Ihnen anzeigen könnte, finden, und ich
„beziehe mich daher auf Sie."

Ich konnte nicht mehr zweifeln, daß der Ausdruck, Hat zuerst zu bestimmen versucht, die Bedeutung zu-
ließe, welche meine beyden Freunde befürchteten. Ich konnte es in den Druckfehlern anzeigen, oder einen Kar-
ton statt jener Blätter einlegen; die beyden Briefe aber, welche mir diesen Fehler zeigten, schienen mir an sich selbst so lehrreich, daß ich lieber den Ausdruck stehen lassen wollte und ihn erklären, um Gelegenheit zu haben, sie bekannt zu machen.

Als ich in diesem Werke von den zweyen bemeldeten Gegenständen der Physik handelte, beschäftigte ich mich nicht mit der Priorität, ich gab bloß die Geschichte mei-
ner Ideen. Ich hatte in meinen Untersuch. über die Modifikat. der Atmosph. von den Versuchen Gebrauch gemacht, die ich im Winter 1754 bis 1755 über die

Phä-

Phänomene der Wärme anstellte, welche das Eis darbietet, wenn es entsteht und wenn es schmilzt; so wie von den Beobachtungen die ich 1756 über das Feuer, welches die Dämpfe offenbaren, zu machen Gelegenheit gehabt. Im ersten Betracht gieng ich damals nicht weiter; aber im zweyten, gründete ich seitdem ein System auf den doppelten Gegenstand, nämlich auf das Feuer, was die zersezten Dämpfe offenbaren, und dasjenige, was die Flüssigkeiten im Verdünsten verlieren. Die Dämpfe des siedenden Wassers mit denen sich D. Black beschäftiget hat, waren für mich kein besondrer Gegenstand der Aufmerksamkeit (ob ich gleich von dem siedenden Wasser selbst oft redete); weil ich seitdem alle Gattungen von wässerigten Dünsten unter sich assimilirte; und als einen allgemeinen Satz feststellen wollte; „daß jedes Wasser was sich in die Luft erhebt, das Feuer zum Vehikel hat, und daß die Luft selbst, bey keiner Art der Ausdünstung zutritt." Der lateinische Ausdruck latens, den der D. Black so glücklich auf diese Phänomene angewendet hat, und den ich in diesem Werke gebrauchte, indem ich nur das Wort Wärme in Feuer veränderte, war mir nicht eingefallen; ich sagte aber: daß jeder wässerigte Dunst die Verbindung des Feuers mit den Wassertheilchen sey. Mein allgemeiner Satz schien parador, und man achtete nicht sehr darauf; indessen hörte ich nicht auf, mich damit so wie mit allen Verbindungen des Feuers mit andern Substanzen zu beschäftigen.

Indem ich also jezt die Resultate, sowol meiner fortgesezten Untersuchungen als der neuen hierüber gemachten Entdeckungen sammle; so habe ich natürlich anfangs das Werk, worinn ich hiervon zu handeln anfieng, angeführt. Hätten die Ideen, die sie mir reichlich eingaben, mich auf die Quellen gehen lassen, so würde ich

ohne Zweifel gesagt haben; daß das, was ich 1755 und 1756 beobachtete, vom Dr. Black auf eine direktere Weise 1757 oder 1758 entdeckt sey; ohne daß er von meinen Untersuchungen konnte gewußt haben, weil sie wenigen Personen bekannt waren, ehe Hr. de la Condamine mich bat, sie der Akademie, deren Mitglied er war, mitzutheilen, welches erst 1762 geschah; hier hätte ich sicherlich zugesezt: aber noch weiter ist der Dr. Black der erste, der die Mengen des, von dem Wasser, was sich aus dem Eise bildet, und von dem Dampfe des siedenden Wassers, verschluckten Feuers bestimmte, und wie es ihm glückte, nannte er diese Mengen, verborgne Wärme des Wassers und der Dämpfe des siedenden Wassers." Ich fühle, daß ich in diese Ausführlichkeit hätte gehen müssen, um die Auslegungen, welche meine Ausdrücke veranlassen konnten, zu vermeiden, und ich thue es hier, wobey ich zugleich denen, die mich davon benachrichtigten, meinen Dank, und das Gefühl der aufrichtigsten Hochachtung für das Genie und den Charakter des Dr. Black bezeuge. Es gereicht mir sehr zum Vergnügen, in dem Briefe seines Freundes des Hr. Watt die Gewißheit zu haben, daß das System der Verbindungen des Feuers als Bestandtheil gewisser Substanzen ihn seitdem zum Vertheidiger gehabt hat: so wie hernach den Hr. Lavoisier; indem ich mich nun von meiner Meinung desto überzeugter halte, wenn solche Physiker sie annehmen.

Ich will diesen Anhang mit zween Briefen endigen, die ich vom Dr. Crawford erhalten habe. Der erste vom 14ten Jul. bezieht sich auf die Versuche, womit er beschäftiget war, als ich den §. 168 schrieb, und deren Erfolg ich mir ausgebeten hatte: „Diese neuen Versuche „(schreibt er) bestehen in folgendem. Ich habe gleiche „Mengen gemeiner und dephlogistisirter Luft in zwey

„gleiche

„gleiche und mit einander verbundene kupferne Gefäße „gebracht, die 22 Unzen Wasser hielten. Zwey Gefäße „aus Blech, wovon jedes 22 Unzen Wasser hielten, wa„ren auf diese Weise gestellt, daß sie zu gleicher Zeit die „beyden ersten Gefäße aufnehmen konnten, welche in „dieses Wasser getaucht, dasselbe an den Rand der ble„chernen Gefäße hob, indem sie sodann selbst bedeckt wa„ren. Die blechernen Gefäße hatten die Temperatur von „59, 5° Fahrenh. Ich tauchte die kupfernen Gefäße zu „170, 5° hinein, und bemerkte die Erhitzungen der bey„den Mengen Wasser mit Thermometern, wovon jeder „Grad wirklich in Zehntheile getheilt war. Das Resultat „aus vielen ähnlichen Versuchen, die mit einander über„einstimmten, und wobey ich alle Ursachen zum Irrthum „sorgfältig entfernt hatte, ist; daß die Wärme, welche „das Gefäß so die dephlogistisirte Luft enthält, mit„theilte, 0, 2° größer war, als die Wärme, welche das „Gefäß mit gem. Luft mitgetheilt hat. Dieser Unter„schied fand im Mittelpunkte des Wassers, so wie auf „der Oberfläche Statt, und wenn die blechernen Gefäße „einerley Grad der Wärme mit dem Zimmer hatten, so „dauerte er etwa 12 Minuten, nachdem die kupfernen „Gefäße weggenommen waren.“ Dr. Crawford erwähnt der beyden letztern Umstände, um mir zu zeigen, daß diese Versuche, nicht den Ursachen zum Irrthum, die ich bey den ersten von derselben Gattung gefunden hatte, unterworfen waren; dies ist wahr: wenn man ihnen aber zuvorkömmt, so findet sich der Unterschied der mitgetheilten Wärme um die Hälfte geringer.

Der zweyte Brief des Dr. Crawford ist vom 13ten Nov. ich fragte ihn ob er wollte, daß ich obiger Versuche Erwähnung thäte; welches er erlaubte, und zusetzte: „Ich werde Ihnen auch verbunden seyn, wenn Sie „sagen wollen, daß ich bald eine neue Ausgabe meiner

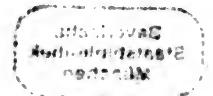
„Versuche und Beobachtungen über die thierische
„Wärme, und Verbrennung der Körper herauszu=
„geben gedenke. Ich werde darinn eine kurze Darstel=
„lung Ihres Systems und des Lavoisierischen über die
„chemische Verbindung des Feuers mit andern Körpern,
„geben, und auf die Gründe, die Sie gebrauchen, um
„ihr Phänomene zuschreiben, die ich von den Verschie=
„denheiten der Kapacität herleite, zu antworten suchen.
„Ich bin überzeugt, daß eine Verschiedenheit in unsern
„Meinungen über spekulative Gegenstände, unter uns
„mit der persönlichen Achtung nichts gemein hat." —
Wenn dies Werk des Dr. Crawford vor der Ausgabe
meines zweyten Theils erscheint, so werde ich desselben
gewiß erwähnen, und man wird daraus wenigstens se=
hen, daß wir über die lezte Stelle seines Briefs einerley
Meinung sind.

Zu-

## Zusatz zum sechsten Abschnitt §. 346.

Ich will die Erklärung dieses merkwürdigen Theils aller Phänomene der elektrischen Einflüsse, welche ich im vorigen Abschnitt angefangen habe, hier wieder vornehmen; nämlich: daß die Veränderungen in der Dichtigkeit des elektrischen Fluidums, welche die Wirkungen dieser Einflüsse sind, sich durch verhältnißmäßige Veränderungen in seiner ausdehnenden Kraft nur alsdann offenbaren, wenn die Einflüsse die sie hervorgebracht haben, aufhören:" dieses hat man in den beyden Gruppen des vorigen Abschnitts gesehen, und in den Belegungen des Elektrophors und Condensators. Dieses erste Gesetz fließt aus der unmittelbaren Ursache der Phänomene seiner Klasse; denn die Gegenwart eines elektrisirten Körpers bringt in der Dichtigkeit des elektrischen Fluidums in den verschiedenen Theilen eines Systems von Körpern nur darum Veränderungen hervor, weil sie hier umgekehrt seine ausdehnende Kraft verändert. Das darauf folgende Isoliren der Theile nun, so lange es nur in einem Unterbrechen der leitenden Verbindung unter ihnen besteht, läßt alles übrigens in demselben Zustande. Was ist aber die Ursache der Veränderung, welche in diesen besondern Theilen eines Systems von Körpern Statt hat, wenn der elektrisirte Körper aufhört auf sie zu wirken? Wie kömmt es, daß das elektrische Fluidum alsdann in jedem von ihnen eine ausdehnende Kraft ausübt, welche seiner Dichtigkeit proportional ist? Es ist in jedem dieser Theile keine andre sichtbare Veränderung vorgegangen, als das Aufhören der Wirkung des elektrisirten Körpers auf sie; hiedurch könnte man durch einigen Anschein von Wahrheit erklären, warum das elektrische Fluidum, der diesem Körper zuvor nächsten Theile, aufhört mit eben so viel

Kraft



Kraft zu wirken, als da er gegenwärtig war: „sie erhalten davon nicht mehr (würde man sagen) den unterstützenden Einfluß." Aber warum wächst sodann die ausdehnende Kraft der Theile, welche zuvor von dem elektrisirten Körper am entferntesten waren? Diese Frage beantworten die bloßen Gesetze der elektrischen Einflüsse nur durch Wiederholung des Faktums; und man muß hierüber zu irgend einem bestimmten Mechanismus seine Zuflucht nehmen, dessen Anwendung auf dies Phänomen ein Kriterion seyn wird. Ich habe schon gesagt, daß dieser Umstand bey den elektrischen Phänomenen seine Ursache in der Luft habe, die überhaupt bey diesen Phänomenen eine sehr große Rolle spielt. —

---

Ver-

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

## Verbesserungen und Druckfehler.

S. 11 Z. 10 st. gewisse l. gewissen
= 12 = 2 st. den l. der
= 22 = 2 st. beziehender l. beziehenden
= 24 = 3 st. hängt l. absetzt
= 28 = 11 st. Dämpfe l. Dünste
= 31 = 4 von unten st. den l. der
= 37 = 10 st. bedecke l. bedeckt
= 47 = 11 st. die l. den
= 50 = 1 v. unten st. das l. der
= 57 = 9 st. liehe l. borgte
= 60 = 2 v. unten st. einem l. einen
= 74 = 7 st. Leipnitz l. Leibnitz
= 79 = 5 st. ausdehnbares l. ausdehnbarer
= 103 = 9 st. seine l. ihre
= — = 15 st. vernauen l. erneure
= 107 = 6 st. Lucecer l. Lucrece
= 118 = 10 v. unten st. welches l. welcher
= — = 6 st. einer l. eine
= — = 2 st. eine l. einer
= 120 = 3 st. ia l. im
= 122 = 9 st. mit dem l. und des
= 129 = 11 st. entdeckendes l. findendes
= 131 = 6 v. unten st. leztere l. lezter
= 144 = 3 st. fürhte l. fürchte
= 151 = 3 st. ein rc. l. ein, von einer rc. ganz verschiedenes Phänomen
= — = 10 st. Wirkung l. Ursache
= 158 = 6 st. sie l. sich
= 162 = 2 v. unten st. den l. dem
= 164 = 10 st. meiner l. einer
= 173 = 18 st. den l. dem
= 174 = 8 v. unten um, reduciren, um seine Substanz als eine gewisse Vermehrung in der Menge des Wassers betrachten zu können.
= 178 = 1 st. Wassertröpgen l. Wassertröpchen
= — = 6 v. unten st. des l. das
= 181 = 1 st. hat l. haben.
= 197 = 4 st. behandelten l. getriebenen.
= 202 = 6 st. aus l. auf.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google


Digitized by Google